

本格的なエンジニアリング・デザイン教育に向け、PDCAサイクルを普及

21世紀の日本の浮沈を占つもの—その一つが日本の技術者教育による人材養成である。グローバル化の影響を最も受けるこの分野において、今、どのような技術者教育が求められているのか。大学はどのような教育改革を行おうとしているのか。非政府団体として技術者教育プログラムの認定・審査を行っている日本技術者教育認定機構(JABEE)の取り組みをレポートする。

技術者教育に特化した保証

日本学術会議は現在、「大学教育の分野別品質保証のあり方検討会」で「分野別の参照基準」を検討している。本誌でも取り上げたが、国は大学教育の「質の保証」に本腰を入れ始めている。

それらに先駆けて質の保証を始めたのが、今回レポートする一般社団法人 日本技術者教育認定機構(JABEE: Japan Accreditation Board for Engineering Education)による「技術者教育プログラムの認定・審査」である。(プログラムとは、学科・コースの教育課程や全教育プロセスと教

育環境を指す)。

JABEE設立は1999年。2001年には大学の学士課程と高等専門学校(本科2年と専攻科)の学士課程相当を対象に、技術者教育プログラムの認定を開始した。今は77の専門学協会から成る正会員と27企業による賛助会員らが連携し、審査・認定を行う。

JABEEが目的とするのは「技術者教育プログラムの改善」と「国際的な同等性の確保」である。JABEE理事で広報・啓発委員長の長島昭氏(慶応大名誉教授)は取り組みの背景をこう語る。「今や高等教育は『国際的産業』であり、特に工学系は欧米各国に加えアジアの大学が国際化し、学

生や教員、研究者、さらに企業技術者の流動化が速いペースで進んでいます。実際、日本の製造業の中には売上の7〜8割が海外という企業もあり、技術者も国境を越えて世界で活躍することが求められています。

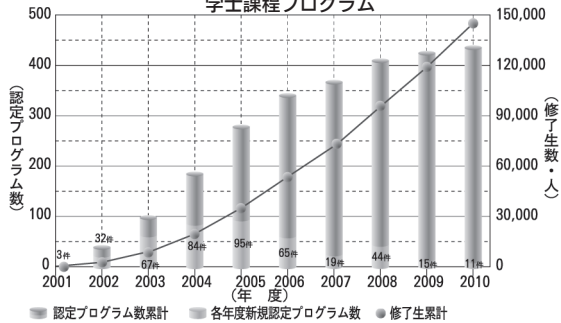
かたや日本では大学が乱立し、例えば機械工学分野だけでも多数の異なる学科があり、何らかの差別化の指標が求められています。他方、入学者の減少は年々顕著で、レベルの低下も大きく懸念されています。さらに産業界の人材育成力の低下もあり、大学に『質保証』が迫られているのです。大学設置の審査だけでなく、出口審査(アウトカムズ)が必要なのです。

前に行うようにしてもらっています」と語る。個別に確認が必要だ。なお、JABEE認定プログラム修了者は国家資格の一つである「技術士」の第一次試験が免除される。またJABEEが、2005年にアメリカなど13カ国が加盟する技術者教育認定の国際的枠組みである「ワシントン協定」に加盟しているため、加盟国への留学などに際し、日本での学士の資格が有効となるなどのメリットもある。海外からの留学生にもJABEE認定プログラムは魅力だ。

理工農学系の4分の1が認定

図表①は2010年までのJABEE認定プログラム数と修了生

図表① JABEE認定プログラム数と修了生数
—認定開始から2010年度までの累計—
学士課程プログラム



数である。新規認定プログラムの累計は2010年で165教育機関、435プログラム。新規修了生の総数は約14・5万人に上る。理工農学系の学士課程教育を行う大学と高等専門学校(専攻科)は、約250機関。そのうちJABEE認定校は全体の約3分の2。学科単位では約4分の1となる。学校種別の内訳は国立大学54%、私立大学29%、高専17%、大

図表②で分野別のプログラム数を見ると、多い順に機械(16%)、土木(15%)、工学(融合複合、新領域)(12%)、電気・電子・情報通信(12%)、化学(11%)という状況。個別の大学・学科・科目・コース名はJABEEのHP(<http://www.jabee.org>)の「分野別一覧」にある。

ただしJABEE認定プログラムは卒業要件が厳格なため、成績優秀者にもみJABEE認定プログラム受講を認める大学もある。JABEE理事で広報・啓発委員会副委員長の工藤一彦氏(芝浦工大教授)は「なるべく学科・コース単位での受審をお願いしていますが、コース分けの場合、3年次

教育活動を「見える化」する

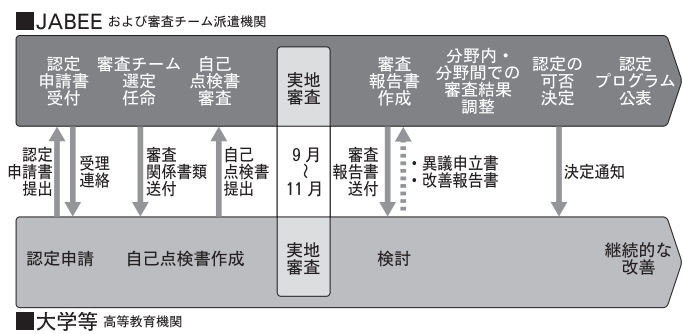
図表③は審査の流れである。各校が提出した「自己点検書」と「実地審査」を柱に、専門学協会からの審査員(他大学および企業からの専門家)が協力して審査する。

JABEEの認定審査は、細かい基準への適合性ではなく、「技術者教育の質の保証を教育システムの中で担保していること」と「技術者教育の教育成果の水準が、国際的な同等性を有していること」の2点を見るものである。これらのうち、「教育システム

またJABEE専務理事・事務局長の青島泰之氏は「欧米では古くギルドに象徴されるように、職能団体(工学会、技術士会等)が自ら教育認定を行い、後輩への教育と社会的地位の向上に努めてきました。例えばイギリス技術士会は18世紀の設立です。アメリカの工学教育認定協会であるABETは1932年設立です。ところが日本の大学は明治以来、第三者評価をしてこなかった。初めて政府でも大学団体でもない第三者による評価を始めたのがJABEEです」とその意義を語る。

2006年から日本の大学も第三者評価が法律で義務付けられているが、これらは機関評価で専門教育に焦点を当てた分野別評価ではない。JABEEは16の専門分野について「アウトカムズ」を評価する分野別の教育プログラム認定を実施している。認定されたプログラム名は官報に公表されている。

図表③ JABEEの審査・認定の流れ



の中の質の保障」として示されているのが、「PDCAサイクルの構築とそれを用いた活動」。PDCAサイクルとは、「元来は製品品質の維持・向上および継続的な業務活動を推進するマネジメント手法のこと。もちろん学生は製品ではないが、「卒業生一人一人をテストするのでなく、教育プロセスを精査することで学生全体の質を向上させていこうとするのが、

図表② 分野別認定学士課程プログラム数(2001~2010累計)

分野	2001~2010累計	%
機械および機械関連分野	69	16%
土木および土木関連分野	64	15%
工学(融合複合・新領域)関連分野	53	12%
電気・電子・情報通信およびその関連分野	51	12%
化学および化学関連分野	50	11%
情報および情報関連分野	37	9%
建築学および建築学関連分野	30	7%
農業工学関連分野	19	4%
材料および材料関連分野	12	3%
農学一般関連分野	12	3%
地球・資源およびその関連分野	11	3%
環境工学およびその関連分野	7	2%
経営工学関連分野	5	1%
森林および森林関連分野	5	1%
生物工学および生物工学関連分野	5	1%
物理・応用物理学関連分野	5	1%
総計	435	100%

図表⑥ JABEE認定プログラムが卒業時に学生に保障する知識・能力(プログラムの学習・教育目標)

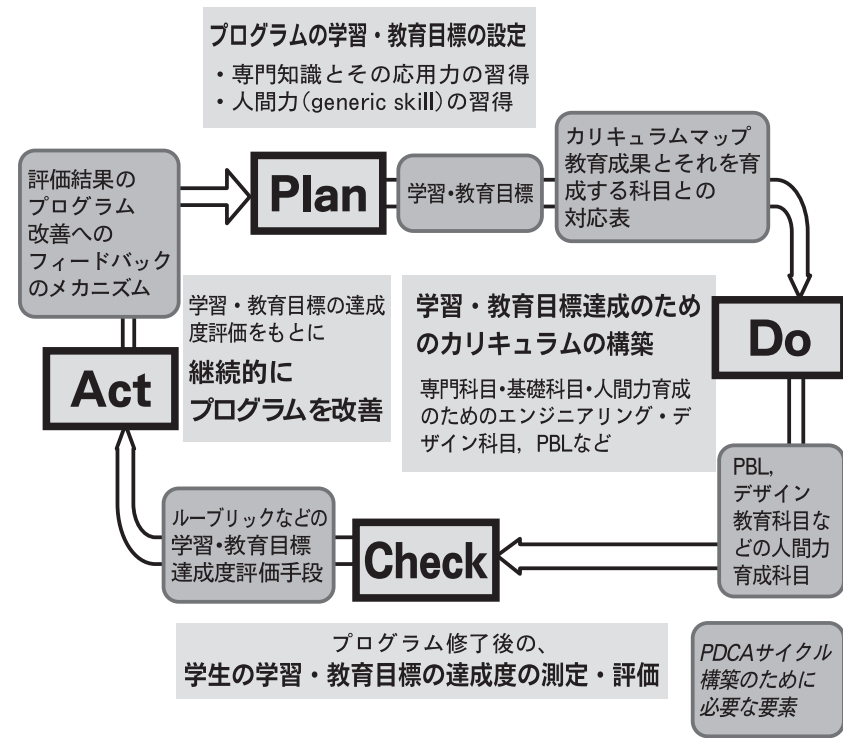
(a)	地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養
(b)	技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任に関する理解(技術者倫理)
(c)	数学・自然科学および情報科学に関する知識とそれらを用いる能力
(d)	該当する分野の専門技術に関する知識とそれらを問題解決に活用できる能力
(e)	種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力
(f)	日本語による論理的な記述力、口頭発表能力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力
(g)	自主的、継続的に学習できる能力(生涯学習能力)
(h)	与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力(プロジェクト遂行能力)

「工学を学問として教えることに
協定の審査員の来日した際にも、
あった。2003年にワシントン
学術評価に偏りすぎるとの批判が
従来、日本の工学教育は理論や
見つけ出していく能力」を指す。
技術を利用して、実現可能な解を
ない課題に対して、種々の学問・
と呼ばれ、「必ずしも解が一つで
と評価し、「必ずしも解が一つで
技術を利用して、実現可能な解を
見つけ出していく能力」を指す。
従来、日本の工学教育は理論や
学術評価に偏りすぎるとの批判が
あった。2003年にワシントン
学術評価に偏りすぎるとの批判が
従来、日本の工学教育は理論や
見つけ出していく能力」を指す。
技術を利用して、実現可能な解を
見つけ出していく能力」を指す。

重きを置きすぎ、エンジニアを育
てる教育をしていない」と指摘さ
れたという。
「今、技術者養成で求められて
いるのはHow to make(どうやっ
て作るのか)ではなく、What
to make(何を作るのか)です。
そのためには自分で考えて問題解
決する能力をつける、エンジニア
リング・デザイン教育が不可欠で
す」と工藤氏は強調する。
エンジニアリング・デザインに
は、「構想力」や「問題設定力」、
「種々の学問、技術を総合的に応
用する力」に加え、「表現力」や
「コミュニケーション力」「チーム
ワーク力」などトータルな力が必
要だ。
こうした力をつけるべく、各大
学で積極的に取り組まれているの
が、例えばPBL(Problem based
Learning:課題解決型授業)であ
る。「例えば初年次教育として実
際にロボットを作るなどの試みを
行う大学があります。自分たちが
学ぶことが社会にどう役立つのか
を理解してもらうためです。一方、
専門教育を勉強してからのPBL
授業は、専門の理解を深め、応用
する能力をつける目的があります」

と工藤氏は解説する。
これらは高度な能力を指すわけ
ではない。「エンジニアリング・
デザイン能力はさまざまな現場の
経験で獲得できるもので、大学で
はその初歩を学ぶのです。例えば
その一つが『技術コミュニケーション
の方法』です。ものづくりには
機械や電気、化学など様々な領域
の力が必要です。自分の専門以外
の人に仕事を頼む場合、どこまで
説明すればいいのか。人に聞く、
本で調べる、やり方の引き出しを
増やすのです(工藤氏)。
*
JABEE教育プログラム認定
での成果と課題は何か。長島氏は
「最大の成果は工学系の教育改善
が進んだことです。私たちが推奨
するFD(ファカルティ・ディベ
ロップメント)大学教育の組織的
改善)を行う大学も増えていて、
『JABEE認定審査を受けて初
めて、隣の研究室の先生の授業科
目の内容や教え方もわかった』な
どの声もありました」と振り返る。
また日本学術会議の取り組みの
ように、「JABEEの『分野別
評価』があらゆる方向で広がって
いるのも『成果』です」と工藤氏。

図表④ 教育プログラムのPDCAサイクル化に必要な要素(概念図)



PDCAサイクルの狙いです」と
工藤氏は説明する。
プロセス評価には各業務が何を
行っているか「見える化」(可視
化)しなければならない。PDCA
サイクル導入は、教育プロセス
を「見える化」することでもある。
図表④は、PDCAを用いた
「JABEE教育プログラムの概
念図」である。Plan(学習・教
育目標の設定)→Do(学習・教
育目標を達成するためのカリキ
ュラム構築)→Check(学生の学習・
教育目標の達成度の測定・評価)

図表⑤ JABEEの認定基準

基準1	学習・教育目標の設定と公開(Plan)
基準2	学習・教育の量(Do)
基準3	教育手段(Do)
基準4	教育環境(Do)
基準5	学習・教育目標の達成(Check)
基準6	教育改善(Act&Improvement)
補足	分野別要件

↓Act(学習・教育目標の達成度
評価をもとに継続的にプログラ
ムを改善)の4段階を繰り返すこ
とで、教育改善を継続させる。J
ABEEの認定基準も、これらのプ
ロセスに対応したものだ(図表⑤)。
特長の一つは「学習・教育目標」
を立てる際に、「卒業時に学生に
どのような知識・能力を保障す
るか」を具体的に示し、各教育段
階でそのような知識・能力が身
につくのか明らかでありませ
んでした。それを「見える化」し
て保障しようというわけです」と
工藤氏は語る。
「学生は、自分が何のために勉

強しているのかがよくわかり、意
欲が向上します。教員は学生を見
ることで教育方法を改善できます。
そして、「目標を立てて達成度を
チェックしている」ことによって
外部に対して教育の説明責任が果
たせます。入試偏差値ではなく、
『うちの大学はこういう能力をつ
けています』と言えるのです」。
実際、今年はいくつかの大学の
「大学案内」にも「JABEE認
定」の項目が見られた。
どう教えるかだけでなく、
どんな卒業生を育てるか
JABEE認定プログラムで求
める「卒業時に学生に保障する知
識・能力」(プログラムの学習・
教育目標)とは何か。これらは大
学ごとに軽重はつけられるものの、
必ず学習目標に掲げなければいけ
ないものだ。図表⑥でその内容を
見ると、「専門知識に関する能力」
はもちろん、近年、要請が増えて
きた「技術者倫理」や「コミュニ
ケーション基礎能力」や「プロジェ
クト遂行能力」など、汎用的能力
や社会人基礎力まで広範に及ぶ。
特に重視されているのは、(e)
「種々の科学、技術および情報を