

大学における技術者教育と改革の方向

Engineering Education and Movement towards Its Innovative Reform, in
Japanese Universities

篠田庄司、フェロー

中央大学教授

中央大学電気電子情報通信工学科、東京都 112-8551

Shoji Shinoda, Fellow

Department of Electrical, Electronic and Communication Engineering

Chuo University, Tokyo 112-8551, Japan

1. まえがき

日本の工学部や理工学部の工学系学科での専門教育は特定の工学分野の学問体系を教授する教育となっている。ここ2～3年、国際的整合性の立場から、日本の工学教育について、欧米の工学教育における「工学教育の品質を保証するプログラム」の考えの取り入れを含め、種々検討されていた。そして、その結果として、1999年11月に日本技術者教育認定機構（Japan Accreditation Board of Engineering Education、略してJABEE（ジャビー）；会長：吉川弘之氏）が設立され、大学等での技術者教育が評価・認定の対象となった。本学会も、日本技術者教育認定機構対応委員会（略して、JABEE 対応委員会；委員長：秋山 稔氏）を設立し、JABEE の活動に積極的に協力することとなった。私はその対応委員会の副委員長と JABEE 基準・審査委員会の委員として働いている。その関係もあって、今回の特集における「大学における技術者教育と改革の方向」について執筆を頼まれた。

ここでは、JABEE 設立までの経緯、JABEE の活動状況、本学会の対応、ならびに大学の対応を記述することによって「大学における技術者教育と改革の方向」を感じ取ってもらいたいと思っている。

なお、JABEE では、技術者（engineer、エンジニア）とは「技術(technology)を業とする（に携わる）もののうち、知識（工学）をその能力の中核におくものを指し、スキル（技能）を能力の中核とする技能者（technician、テクニシャン）を含まない」と定義し、技術者教育とは「工学、農学、理学についての高等教育の学士レベルに対応する技術者育

成のための基礎教育のことである」と定義している。以下では、できるだけ JABEE 用語を用いて述べさせていただく。

2 . JABEE 設立までの過程

ここでは、文献 1) に収録されている資料ならびに文献 2) を参考に、JABEE 設立までの過程を概観する。ご存知のごとく、ここ数年、高度情報通信技術の発展とインターネットの普及で情報通信ネットワークの社会基盤化が進みつつあり、世界の経済体制が地球規模で市場経済化、開放経済化に向かって大きく変化し、国境を越えてボーダレス化が進展しつつある。それとともに、専門職業技術者（エンジニア）の国境を越えた移動性の確保が重要となり、商品と技術の国際的規格・標準化とともに、技術者（エンジニア）資格の国際的相互承認の動きが進んでいる。この動きは、世界 81 の国と地域が参加して設立された世界貿易機構(World Trade Organization、略して WTO)が 1995 年に締結した「人の供給サービスの貿易に関する一般協定(General Agreement on Trade in Services、略して GATS)」の動きの一つである。ここで、技術者資格とは、例えば米国での PE(Professional Engineer)、英国の CEng (Chartered Engineering)資格、ヨーロッパで通用する技術者資格(Eur Ing)、日本での技術士を意味し、その資格を与えるときに考慮されるべき項目は国によって異なる。技術者資格を与えることに関しては、米国、シンガポール、マレーシア、香港は「工学部系の学部卒の学歴」、「実務経験」、「試験」をすべて重視しているのに対し、フランス、台湾、フィリピンは「工学部系の学部卒の学歴」を最も重視し、日本と韓国は「実務経験」と「試験」を重視している。

技術者資格の国際的相互承認の前提として、技術者教育の相互承認が、主に英米式認定制度（自己点検結果と教育成果の外部評価による評価・認定制度）を基に、進められている。たとえば、米国、カナダ、メキシコは NAFTA(North Atlantic Free Trade Area)協定と関連して技術者教育の認定制度も共有化する方向にある。また、米国、英国、カナダ、オーストラリア、ニュージーランド、アイルランド、南アフリカ、香港が一つの国際相互承認協定としてのワシントンアコード (Washington Accord) を結び、同様の認定制度で技術者教育の相互承認を行っている。それは、加盟各国が米国での技術者教育（工学教育）のアクレディテーション機関である ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology:米国工学教育認証会議)の認定方式に準拠（又は一部修正）して認定した「工学教育プログラム」の卒業生を同等の能力と認め合うものである。現在、中国が加わる準備をしており、メキシコ、パプア・ニューギニア、フランス、ロシアが加入を求めており、ジャマイカ、インドネシア、オランダ、エジプトなどが興味を持っているとのことである。ABET は、コロンビア、アイスランド、韓国、クエート、メキシコ、オランダ、サウジアラビア、トルコなどの数十の教育プログラムを評価し、実質的に同等（substantial equivalency）であると評価している（ただし、認定ではないことに注意）。ABET が技術

者教育の認定制度の国際会議を毎年開催し、認定制度の普及で国際的イニシアティブを取
ることを戦略としており、上のような動きは加速し、英米的認定制度が今後世界的に広ま
り、国際的相互承認も進められる方向にあると思われる。日本と FEANI (Federation
Européenne d'Association Nationales d'Ingenieurs; 汎ヨーロッパエンジニア協会連合)
はこれまでオブザーバの資格で接触を保ち、動向をフォローしている。

日本における様々な技術者の資格は科技庁、建設省、通産省、郵政省など職種によっ
て窓口が異なり、またその基礎となる工学教育は、文部省と関係省庁に、多岐にわたって
いる。1995年の大阪で開催された APEC(Asia Pacific Economic Cooperation)以来、技
術者資格の APEC 域内での相互承認の問題が浮上し、日本では関係省庁の話し合いの場が
持たれるようになり、日本の国際社会での地位向上、日本の企業活動の国際化、若い労働
者の移動性向上、日本の大学の国際的認知度向上といった観点から、技術者教育が重要課
題として取り上げられ、1997年7月に大学、学協会、文部省、科技庁、通産省、経団
連などの代表が参加するなか「国際的に通用するエンジニア教育検討委員会」(委員長：吉
川弘之氏;幹事：(社)日本工学会と(社)日本工学教育協会)が発足された。それは日本版
ABET をどのように立ち上げるかを検討する組織であった。また、大学審議会答申「21
世紀の大学像と今後の改革の方策について 競争的環境の中で個性が輝く大学」(199
9年10月26日)(抄)には

「例えば、工学分野においては、工学教育の国際的通用性を担保する目的で、大学の
工学教育の内容を評価し質の維持向上を図るとともに、その評価システムを国際的な共通
標準に準拠させようとする仕組みが我が国においても検討されているところであり、今後、
このような取り組みなども視野に入れ、改革をすすめることが重要となってくる。」
という文言が盛り込まれた。

その後、吉川委員会での検討・準備が進み、世界水準による技術者教育の質の保証と
向上を目指し、日本における技術者の概念、教育、資格、責任等のパラダイム変革を促す
ものとして、技術者教育のための透明性の高い審査認定を行うことを目的とした技術者教
育認定制度(案)が立案され、1999年2月に工学系の学部、大学および学協会宛に配
布され、検討の依頼がなされた。また、同時に、その制度運営を担当する認定機構の設立
趣旨(案)の説明も行われた。両案には種々の意見が出され、それらの意見が参考にされ、
両案に修正が加えられ、1999年9月に第1回設立発起人会が開かれ、1999年11
月19日に、日本技術者教育認定機構(JABEE)が設立された。その設立までの急テンポ
さに、学協会の会員、大学の関連教職員には驚く向きも多い船出であった。また、大学審
議会「グローバル化時代に求められる高等教育の在り方について(審議の概要)」(200
0年6月30日)(抄)には

「現在、我が国においては、技術者教育プログラムのうち一定水準を確保しているも
のについて認定を行うことを通じて教育の質を高めるとともに、当該認定システムを国際
的な共通基準に準拠させる仕組みを導入する動きがあり、このような取り組みは我が国の

大学教育の国際的な通用性・共通性の向上や国際競争力の強化を図る上で重要な役割を果たすものとなると考えられる。

今後、我が国において、このような技術者教育をはじめとする様々な専門職業教育の分野でのアクレディテーション（適格認定）・システムが導入されることは、教育の質を向上させる観点から望ましいものであり、その普及、支援を図る必要がある」

という JABEE の活動への支援と期待を示す文言が盛り込まれた。また、1999年日本の技術士審議会では、国際的に整合性のある新しい技術者資格制度が審議され、そこで作られた答申に基づいた技術士法の改正案が2000年4月に国会で可決公布され、2001年4月から施行されることになった。その改定では、JABEE 認定の技術者教育プログラム修了者に対し、技術士第一次試験が免除され、修習技術者として直接実務修習に入ることができるように規定された。また、同時に、技術士には、持続的な能力開発を維持す継続専門教育（CPD; Continuing Professional Development）を受けることによって、国際的な技術者資格の取得への道も開かれることになった。（なお、CPD は資格のためか、あるいは質向上のためか、技術士会、学協会、各企業内の CPD の好ましい関係はなにか、CPD についての大学との連携をどうするかなどはこれから位置付けられる。）

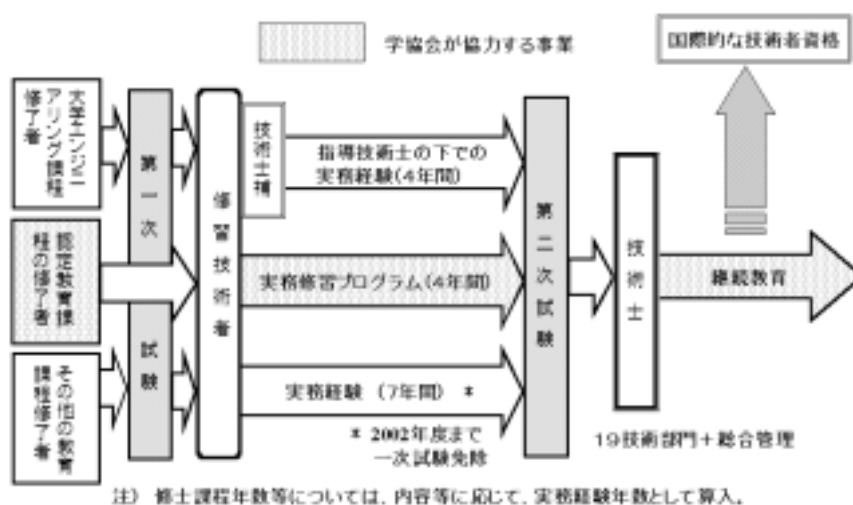


図1 JABEE 認定の教育プログラム修了者の修習技術者への道

3 . JABEE の役目と活動

JABEE の全体像の把握には、JABEE のホームページ（ <http://www.jabee.org/> ）にある JABEE の定款を始めとする各種資料、JABEE 副会長の大橋秀雄氏の公開資料「技術者教育認定制度の目指すもの」、ならびに JABEE 運営委員会で承認された「JABEE 共通 OHP（JABEE 基準・審査委員会委員長の大中逸雄氏作成）」が大いに参考になる。ここで

は、それらを参考に、JABEE の役目と活動を概観する。

JABEE は、「日本の社会と産業の発展に寄与する存在の一つ」として、技術者教育を「技術者の標準的な基礎教育」として位置付け、「統一的基準に基づいて技術者教育のプログラムの認定を通じて技術者教育の質の向上を実現し、その技術者教育の国際的な同等性を確保する」ことを目指している。JABEE が担当する技術者教育認定制度の基本方針は

- 1) 大学等の独自性・多様性・改革の障害にならないこと
- 2) 強制ではなく、当該学科・選考・コース等の希望により実施すること
- 3) 認定基準やプロセスが公表されること（透明性の確保）
- 4) 権威ある中立的第3者評価であること
- 5) 認定されたプログラムを公表すること
- 6) 公正な一貫性のある評価であること
- 7) 我が国に適したシステムであること
- 8) 無用な仕事を作らず、なるべく費用をかけないこと
- 9) 本システム自体も周期的に評価し、見直すこと

としている。JABEE は、学協会の協力を得ながら全体の統一と調和を図り、学協会の代表として認定の最終責任を負うことになる。

JABEE は、大学設置・学校法人審議会、大学基準協会と同様、認定機関の一つである。大学設置・学校法人審議会は、教育組織ごとに、それが提供する教育の質と、その質を維持・向上する組織的メカニズムを審査し、基準を満たしている機関（大学、学部、学科等）の設置を認定し、工学部や理工学部に限れば平均的に7, 8年に一度の割合で「工学視学」している（すなわち、文部事務官を伴った二人の視察委員によって設置基準が維持されているかどうかをチェックし、問題点があればその点を指摘し、認定維持のための改善を大学側に求めている）。大学基準協会は同様な審査を行い、基準に適合した大学、工学部等の機関を協会維持会員とする認定を行い、協会加盟であることが「ある基準以上の機関」であることの保証とし、加盟後は定期的に同業の他大学教員によって質の維持のために相互評価を行っているが、認定取り消しや工学部での教育プログラムの認定は行っていない。これらはいずれも「機関認定」を行っている機関であるのに対し、JABEE は専門教育プログラムごとに、その教育が要求基準を満たしているか成果に焦点を当てつつ審査し、プログラム自体を「専門認定」する機関である。JABEE で認定されたプログラムを修了した学生はそれぞれのプログラムごとに設定された基準のレベルに達したことが間接的に保証されることになる。また、大学設置・学校法人審議会は国の機関であるのに対し、JABEE と大学基準協会は国の機関でない、すなわち民間団体である。ABET を含め、ワシントンアコードに加盟している団体はすべて民間の認定団体であることが、JABEE を国の機関としなかった理由のようである。

JABEE の組織図は図2である。現在、運営委員会とその下部委員会（総務委員会、基準・審査委員会、事務局長連絡会）で、2002年4月から本格的認定作業に移るべく実

質的運営・検討がなされている。「日本技術者教育認定制度の認定および審査方法」(JABEEのホームページからダウンロード可能)が2000年5月16日の基準・審査委員会で承認され、現在、国立大学の10のプログラム、私立大学の9のプログラムならびに高専の1つのプログラム、計20のプログラムが選定され、認定作業の試行が開始された。本学会としては、国立大学1プログラム、高専1プログラム、計2プログラムを年度内に試行することになった。教育プログラムは、分野を問わず適用される共通基準と、専門分野ごとに設定される分野別基準を満たすことが必要である。分野別基準は、対応する学協会が主体となって設定し、JABEEによる調整を経て決定される。その際、分野は



図2 JABEEの組織図

- 1) 細分化せず、なるべく大きな分野
- 2) 学生の将来における活動の場を重視
- 3) 国際的整合性を考慮(現時点より将来動向を重視)
- 4) 技術者資格の技術分野を考慮
- 5) 分野担当は、必要に応じて複数の学協会
- 6) 分野の内容および新しい分野の追加は必要に応じて見直す

という基本方針で決定される。これまでに採用された分野は、化学系、機械系、材料系、情報系、電気・電子・情報通信系、土木系、資源系、建築系、農業工学系、経営工学系、一般工学系である。ただし、一般工学系の名称については検討中である。本学会は情報系と電気・電子・情報通信系の分野別基準の内容に携わっている。また、共通基準は共通基準1(教育目標)、共通基準2(教育成果)、共通基準3(教育手段:入学者選抜方法、カリキュラム、教育方法、教員組織、学生への支援)、共通基準4(教育環境:施設・設備、財源、学費・住居などの支援体制)、共通基準5(教育成果の現状分析)、共通基準6(教育改善:自己点検システム、改善)の六つの基準からなっている。そのうちの共通基準2は

- a) 人類の幸福・福祉とはなにかについて考える能力と素養（教養教育を含む）
- b) 技術的解決法の社会および自然に及ぼす効果、価値に関する理解力や責任など、技術として社会に対する責任を自覚する能力（技術者倫理）
- c) 日本語による理論的な記述、口頭発表力、討論力など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
- d) 数学、自然科学および技術（情報技術（IT）を含む）の学理に関する基礎知識とそれを応用できる能力
- e) 変化に対応して継続的、自律的に学習できる生涯自己学習能力
- f) 種々の科学・技術・情報を利用して社会のニーズを解決できるデザイン能力
- g) 与えられた条件下で計画的に仕事を進め、まとめる管理能力

が満たされることを求めている。

今後2年間、試行を通して、審査基準（共通基準と分野別基準）、自己点検報告書のフォーマット、審査方法などについて問題点の洗い直しを行い、2002年4月以後に本格的に導入される認定システムの作成に向け、改善に努めることになる。また、その際、フォーマット等については、大学評価・学位授与機構の大学評価機関（税金を使用している大学等が、責任を果たしているかどうかを社会に代わって評価し、社会に公表する役割を持つ）に提出すべき大学側（評価は国立大学が対象）の書類作成との共通化も、無用な仕事を作らず、なるべく費用をかけないという観点から、不可欠となろう。

認定を受けるには、少なくともプログラム修了者のすべてが教育成果の基準（共通基準2と分野別基準）を満たしていることが必要で、共通基準と分野別基準の審査は同一の審査チーム（審査長、審査員2～4人、必要に応じオブザーバ数人；審査長ならびに審査員の資格は後ほど述べる）で実施される。審査の要点は「教育プログラムの内容とその実施システムが基準を満たしている」ことの教育プログラム提供側による証明の妥当性をチェックするところにある。その際、特に、

- ・ 共通基準2および分野別基準を満たす最低のレベルが、社会（産業界、卒業生、その他）のニーズと学生の資質等を考慮して、プログラムで設定・明示され、プログラム修了者がすべてそのレベルを超えていることがプログラム提供側によって証明されなければならない。審査員はその最低レベルの設定の根拠と証明が妥当であるかを（国際的水準で）判断する。（プログラム提供側でその妥当性を説明できるか、各教員が最低レベルを十分に認識し、そのレベル以上の学生を合格させているか、最低レベル合格者の試験問題解答用紙やレポート等の証拠提示や教員・学生との面接などによってチェック）
- ・ 共通基準2のa)とb)などについては、これらの専門家が教育することがのぞましいものの、専門家によるものでなくてはならないことはない。幸福・福祉学や倫理の専門家を養成するのではない。講義では、それらについての単なる知識を与えるのではなく、学生自身にそれらについて考えさせる機会や、応用させる機会

- 与え、それらについて常識的な能力と素養を身につかせることを要求している。
- 編入学などにおいては、制度的に可能であるからというのではなく、編入生が他の学生と実質的に同等であることがプログラム提供側によって証明されなければならない。(国際的に通用する具体的証明が必要)
- 他大学の講義や遠隔教育で得た科目等の単位認定に際しては、その合格レベルがプログラム提供側の基準レベル以上かどうかをプログラム提供側で判断し、その妥当性を審査員に説明できなければならない。
- 基準で要求されている能力・知識を卒業生が身に付けていることがプログラム提供側によって証明されなければならない。
- 継続的教育改善を実施する組織メカニズムが教育プログラム提供側に設定されていることが必要である。

などに対する対応が重要である。審査チームも認定申請する側も、これらを十分に理解して、認定申請と認定審査を行わなければならないことになる。そのため、JABEEとしては学協会の全面的協力を得て、審査員を養成することが不可欠となっている。この試行の期間に、審査員養成のための研修会の開催、講師の招聘、外国への研修派遣なども積極的に企画している。特に、JABEEは将来ワシントンアコードに加盟し、技術者教育の国際同等性を確保することを目指していることから、アクレディテーションについて1930年代からの歴史を持つABETからの講師を招聘し、2000年7月29日午前9時から30日午後4時まで、審査員養成研修会を幕張新日鉄研究所で開催した。それには、JABEEの基準・審査委員会委員、学協会からの委員合わせて約100人が参加した。本学会からは私の他に田中良明(早大)、三木哲也(電通大)、持田侑宏(富士通研)、笹瀬 巖(慶大)、石井六哉(横国大)、牧野光則(中大)の方々(いずれも本学会JABEE対応委員会委員)ならびに、堀 俊和(NTT)、田坂修二(名工大)、栗岡 豊(近畿大)の方々(いずれもJABEE試行の審査員)が参加した。2001年9月から米国における大学のすべての工学教育プログラム(engineering programs)の判定基準に採用されるABET Engineering Criteria 2000(EC-2000)の認定プロセスについて説明を受けた(EC2000についてはIEEE Spectrum(文献3)に記事があるので、参照)。研修終了後開催されたJABEE基準・審査委員会では、EC-2000と同様な考えで、JABEEの試行を原則的に実施することが決められた。それは、既に審査の要点として述べたこと、すなわち「成果(outcome)ベースの考え」である。それは、「社会(産業界その他)のニーズを十分に分析・考慮し、プログラムの教育目標を掲げ、それぞれの受け入れ学生の資質(基礎学力レベル等のばらつきを含む)を考慮した独自の教育システムを用意し、教育目標に整合した教育成果を達成しているか(プログラムを修了した学生がすべて、プログラム提供側で独自に設定・明示した水準を満たしているか。なお、教育成果の最低レベルはJABEE側で基準設定しない)、またそれを常に、学外委員の意見も取り入れ、チェックでき、問題点があれば改善できるメカニズムを保持しているか」をプログラム提供側で設定・明示・証明することを求めている。JABEE

側はそれが妥当であるかを審査する。もしプログラム修了の学生の水準（教育成果）が社会（産業界その他）のニーズに適合するものでないならば、その学生もプログラム提供側も社会的に受け入れられなくなる。このように、「社会に受け入れられない教育プログラムを提供すれば、社会的に自然淘汰される」という方針に対して、「教育の質的保証がなされるか」という疑問が生じていないわけではない。我が国では技術士法が改正され、「JABEE 認定プログラム修了者は1次試験免除で修習技術者になることになった」のであるから、各プログラムが設定する成果の水準は1次試験受験合格で修習技術者になるもののレベル以上の品質を保証するものでなければならないことは明らかである。また、我が国の大学、学部、学科等の機関はすべて大学設置・学校法人審議会の設置認定を受けた段階で、教育組織ごとに、それが提供する教育の質と、その質を維持・向上する組織的メカニズムが審査され、（工学部や理工学部に限れば）平均的に7、8年に一度の割合で「工学視学」され、設置基準を満たされているわけであるから、各プログラムが設定する成果の水準は設置基準充足の意味で質的保証された「学士レベルの基礎教育」を満たすものとなるはずである（これは私の予想）。しかし、その水準は、分野によって異なり、また時代と共に変化するため、記述によって具体的に明示することはできないものである。JABEE 副会長の大橋秀雄氏のいうように、今後認定の作業そのものを通して、教育側と認定側が描く水準が次第に狭い範囲に収斂し、結果として共通の水準による品質保証が実現されるだろうと期待されている。認定の試行を通して、また、本格的認定作業を通して、この水準の問題は常に注視されるだろう。

2 回目の JABEE 審査員養成研修会は 2000 年 10 月 8、9 日に幕張新日鉄研究所で ABET から講師が招聘され、開催される。これからは、JABEE は、学協会の協力を得ながら、質の保たれた審査員を継続的に養成するシステムを立ち上げることになる。

4 . 学会での対応

JABEE の設立によって、専門別の教育・研究者と技術者の集団である学協会が技術者教育の共通基準と分野別基準の設定、認定審査作業、審査長・審査員の養成において主体的役割を果たすことになった。本学会では、JABEE 対応委員会（委員長：秋山 稔氏）で種々対応して行く。

分野別基準はその分野の関連学協会において内容検討し、JABEE 基準・審査委員会で承認・決定することになり、「電気・電子・情報通信とその関連分野」の分野別基準案は本学会と電気学会との共同で、「情報及びその関連分野」の分野別基準案は情報処理学会と本学会（情報・システムソサイエティ）との共同で、それぞれ作成することになった。「電気・電子・情報通信とその関連分野」の分野別基準については本学会 JABEE 対応委員会で原案を作成し、電気学会の対応委員会との調整を経た合意版）が 2000 年 9 月 28 日の JABEE 基準・審査委員会で承認・決定され、分野別基準バージョン V 2 . 0 として JABEE

のホームページに掲載されている。それは試行に向けてのもので、本格的認定作業に入るまで今後も、必要に応じ、見直しが続けられる。以下に記述されるものは、ABET(2000年10月に、CSABがABETに正式に合流)での新しい分野別基準「Program Criteria for Electrical, Computer, and Similarly Named Engineering Programs (Submitted by The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.; 付録3を参照)を考慮して、分野別基準V2.0に若干の修正を加え、「電気・電子・情報通信及びその関連分野の分野別基準」として、近く本学会 JABEE 対応委員会と電気学会の対応委員会との調整を経てから、JABEEの基準・審査委員会の承認を得るための案である。

電気・電子・情報通信及びその関連分野の分野別基準(案)

この基準は、電気・電子・情報通信工学の一般または特化された領域(電気電子工学、情報通信工学、エレクトロニクス、計測制御・システム工学、またはその他類似の領域)の技術者教育に対するプログラムに適用される。

1. 教育内容

- 1) 教育内容の構造はその名称によって意味される工学領域の広さと深さを与えるものでなければならない。
- 2) プログラムはその修了者が次のものを身に付けていることを示さなければならない。
 - (1) プログラムの名称と目標に合った応用への確率・統計の知識
 - (2) プログラムの目標に適合するデバイス、ソフトウェア、ならびに、ソフトウェアとハードウェアが組み込まれたシステムを解析・設計するのに必要な数学(内容的に、微積分、微分方程式、線形代数、複素関数論、離散数学を含む)、基礎科学、情報処理ならびに基礎工学の知識
 - (3) プログラムの目標に適合する実験を計画・遂行し、データを正確に解析し、工学的に考察し、かつ説明する能力
 - (4) プログラムの目標に適合する課題を専門的知識、技術を駆使して探求し、組み立て、解決する能力
 - (5) プログラムの示す領域において、技術者が経験する実際上の問題点と課題を理解する能力

2. 教員

- (1) 教員団は、大学設置基準に準拠していること。
- (2) 教員団には、プログラムの示す領域に関連した事業に関わる実務について教える能力を有する教員を含むこと。

この分野での「実務について教える能力を有する教員」については専任、兼任、非常勤を問わない。なお、大学設置基準に記述されている教員の資格については付録に記載しておく。この分野に属する申請プログラムの審査は本学会または電気学会で担当することになった。電気・電子・情報通信工学の一般または特化された領域（電気電子工学、情報通信工学、エレクトロニクス、計測制御・システム工学、またはその他類似の領域のうち一つ）の領域の選択ならびにその領域に属するプログラムの内容明示については、プログラム提供側でなされるものである。しかし、それだけでは領域についてのイメージが湧かないという指摘もあるので、本学会 JABEE 対応委員会では、分野別基準の補足説明として、参考という意味で、それらの領域を説明する内容例について検討されている。電気・電子・情報通信工学の一般は、「電力工学、エレクトロニクス、情報通信工学等をおおむね網羅し、バランス良くそれらの基礎・境界となる能力・技術を修得させ、それらの修得後、電気・電子・情報通信工学のどの特化された領域へも進むことを可能とさせる工学領域」であるとし、その領域に属するプログラムの内容例については、電気電子の領域のプログラム内容例とともに、本学会 JABEE 対応委員会の石井六哉委員と荒川 薫委員と電気学会の対応する委員会委員に中心となって作成して頂いている。また、エレクトロニクスの領域のプログラム内容例については、鳳紘一郎委員と庄子習一委員に中心となって作成して頂いている。これについては、プログラム審査担当を含め、応用物理学会との調整が生まれるかもしれない。また、計測制御・システム工学の領域については、JABEE 基準・審査委員会の方の結論として当面機械系と電気・電子・情報通信系のそれぞれに含め、分野として独立させないことになった。現在、計測自動制御学会から分野別基準（案）が出ているがあくまでも試行に限定したものであり、関係者に誤解が生じないように注意する必要がある。なお、その領域のプログラム内容例の検討ならびにプログラム審査担当は計測自動制御学会や電気学会産業応用部門で行われることになると思われる。また、情報通信工学の領域とプログラム内容例については、2000年度に試行が行われるプログラムが関係することもある。三木哲也委員、笹瀬 巖委員ならびに田中良明幹事に中心となって検討して頂いている。そこでは、情報通信工学の領域は、「情報の表現、伝達、加工などに関する要素技術、およびそれらの組み合わせによって実現されるシステム技術を扱う工学領域」であるとし、その領域の根底にある問題意識は「情報をいかに正確に表現し、電気信号や波動を媒体としていかに効率よく伝達し、情報の利用目的に応じていかに適切に加工するか」にあるとし、プログラムの内容例が検討されている。

また、「情報及びその関連分野」の分野別基準は、本学会と情報処理学会との話し合いで、情報及びその関連分野（Computer Engineering, Computer Sciences, Software Engineering, Information Systems、またはその他類似の領域）の技術者教育に対するプログラムに適用されるもので、電気・電子・情報通信及びその関連分野の分野別基準（案）と同様な形式のもの（文言は未調整で、これから修正される）になり、申請されるプログ

ラムの審査は情報処理学会または本学会（情報・システムソサイエティ）の担当となることも合意された。情報及びその関連分野を特徴付ける領域としての Computer Engineering の内容例は本学会 JABEE 対応委員会の小平邦夫委員と中嶋正之委員が中心となって検討・作成され、残りの Computer Sciences, Software Engineering, Information Systems の内容例は情報処理学会の方で検討・作成され、本学会の JABEE 対応委員会に提示され、調整されることになっている。現在試行用として JABEE のホームページにある分野別基準（案）の「情報処理および情報処理技術関連分野」は、合意前の情報処理学会作成案で、上記 Computer Sciences の内容例に相当するものである。

なお、国際整合性の立場からは、「電気・電子・情報通信及びその関連分野の分野別基準」と「情報及びその関連分野を分野別基準」を別個に作るのではなく、CSAB が 2000 年 10 月に ABET に正式に合流して作られた分野別基準「Program Criteria for Electrical, Computer, and Similarly Named Engineering Programs (Submitted by The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. ; 付録 3 を参照)のように、JABEE では分野別基準を一本化し、「電気・電子・情報・通信及びその関連分野の分野別基準（仮称）」とすべきと思われる。本学会 JABEE 対応委員会としては基本的には一本化の方向が最も望ましいとしている。しかし、現在の二本立て分野別基準は、情報処理学会の強い希望による。

現在、本学会 JABEE 対応委員会では、このような分野別基準の設定の他に、プログラム認定の試行を通して、審査基準、自己点検報告書のフォーマット、審査方法、審査長・審査員養成などについて問題点を洗い直し、JABEE の運営委員会、基準・審査委員会、総務委員会と連携・調整を図りながら、2002 年 4 月以後に向け、より望ましい認定基準、認定作業の実施システムの模索に努めている。今後は、JABEE との連携を図りながら、質の保たれた審査長・審査員を本学会内で養成する研修システムを作り上げることが急務となろう。これは本学会の大学等高等教育機関の教育への参加を意味し、本学会の社会的役割において新しい位置付けをもたらしたことを示している。

認定をする側が JABEE で、認定される側が大学等高等教育機関である。 JABEE が行う認定制度は「店を開けば客が来る」という発想を認定される側に感じさせてはならない。客が来なくなる店、認定される側が認定審査を受けなくなるようにすることが必要で、学協会は審査をする側に位置している（本学会では、審査長・審査員を会員から、大学等高等教育機関、産業界および行政機関等のバランスを考慮して、選び、研修を通して養成し、プログラム毎に JABEE 基準・審査委員会で承認を得、割り当てる）こともあって、その責任も大きい。なお、審査員の資格（案）は、

- 1) 各分野に所属する学協会の会員であること
- 2) 40 歳以上で、各分野に所属する学協会に精通し、当該分野に適切な専門能力を

有すること

- 3) 各分野の技術者教育に精通し、その継続的改善に熱意を持っていること
- 4) 認定基準、認定および審査方法と自己点検書のないように精通していること
- 5) 審査員に必要な分析能力とコミュニケーション能力を有し、審査倫理を十分わかまえていること
- 6) 審査員としての十分な意欲を持ち、JABEE あるいは JABEE 会員学協会が主催する研修会などで適切な訓練を受けること。

とし、審査長は、試行や立ち上げの段階を除いて、審査員の経験を一度以上あることが要求されている。

5年後の本学会 JABEE 対応委員会の活動がどのようになっているか、現時点で希望と期待を述べることができても、予測することは難しい。それほどに、どの学協会も、JABEE 自体も、「歩きながら考える」という感が拭えない、慌しい準備状況である。

5. 大学の対応

技術者教育プログラムについて JABEE の認定を受けるには、図 3 に示される教育の質的保証・継続的向上と認定の構図を認識し、自己点検書を作成することが重要である。特に、自己点検書の作成を通して、プログラム提供側での教育改善の項目が明らかになり、それぞれの大学等でなにを改革すべきか、必要な問題意識が生まれてくる。その際、自己点検書作成の手引き（試行用）と「JABEE 共通 OHP（JABEE 基準・審査委員会委員長の 大中逸雄氏作成）」が大いに参考となる。特に、大中氏のものには認定のための教育改善を意識づける事項が列挙されている。なお、点検書における評価においては、ABET になら

C: 将来基準を満たさなくなる可能性がある(concerned)

W: ほぼ基準を満たしているが完全ではない(weakness)

D: 基準を満たしていない(deficiency)

の3段階とすることになった。また、この対応としては

教育の質的保証・継続的向上と認定

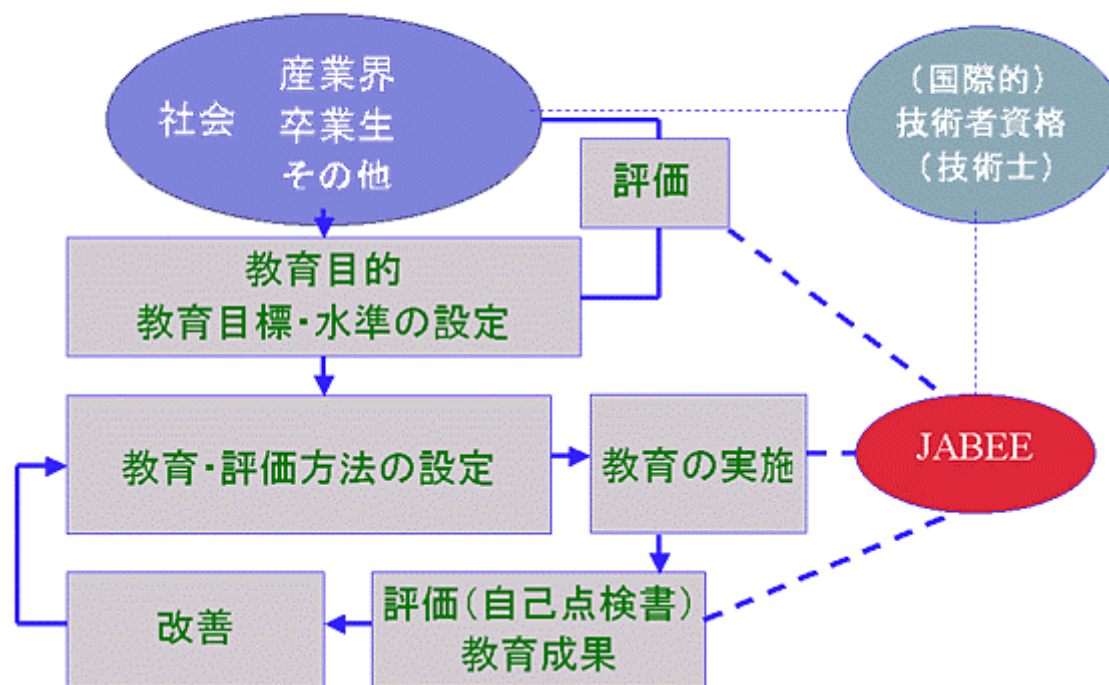


図3 教育の質的保証・継続的向上と認定

C: 5年後に見直し

W: 2年後に、訪問または報告で見直し

D: 1年後に見直し

ただし、Dの場合で、初めての審査の場合は Not Accredited (略して、NA) とすることになった。この判定を適用すると D があつた場合は NA となるが、今回の試行では判定の言い方を「再審査」ということにした。なお、これは、次年度もう一度審査するという意味で、年度内にもう一度審査するという意味ではない。試行では、審査チームはプログラム提供側の認定作業を模擬的に行うが、問題点を洗い直すために、プログラム提供側も審査チームのやり方を評価し、レポートを出してもらうことにした。

1999年5月1日付けのデータであるが、我が国の工学系学生数は学部472,262人で、大学院博士課程前期課程54,824人で、大学院博士課程後期課程11,389人である。理工学部への入学者の推移は1994年の124,876人から年毎に微増で1999年で127,483人である。また、学部への志願者総数に占める理工系学生志願者数の割合は1993年で19.5%であったのが年毎に微増で1999年に22.3%である。5年先には、国立大学の独立法人化が既に実施され、また大学に進学を希望

する学生総数も数量的には大学の受け入れ人数に近くなり、大学によっては学生数の欠員が深刻な問題となり、経営できないところが発生し、多くの大学が競争的環境の中で個性が輝く大学として生き残りをかける「大学の統廃合の時代」に突入する。その時代の大学の生き残り策のひとつが、工学部や理工学部では、技術者教育から生まれるものと思われる。

また、通常の学生数減への対策として、大学院や大学への留学生や社会人の受け入れ増を検討している大学もあるが、これからは、日本の大学教育を経由して世界に羽ばたくことができる「国際的に相互承認され、質の保証という意味で国際的な整合性を持つ教育（それに基礎を置く、国際的に通用する学位の取得）」を保証し、国際的に通用する資格制度への道筋を明確にしなければ、優秀な留学生も資格修得を目指す優秀な社会人も集められない。その意味では、工学部や理工学部における技術者教育への対応は検討に値する項目である。

日本には、大学の電気、電子、情報通信、情報に関連した学科が200（私立大学115、国公立大学85）ある。その学科のほとんどがJABEE認定の技術者教育プログラムを作ることになれば、その数が学科に対応しないとしても、最大認定期間が5年で、実際には5年認定（Cの場合）と2年認定（Wの場合）が混在するから、認定作業を担当するJABEEと本学会の仕事は膨大なものとなる。また、対応する大学の努力も大変なものとなる。

6. あとがき

技術レベルの保証としては、日本では企業の責任とする見方が支配的であるのに対し、欧米では個人の有する資格（個人の能力に依存する形の技術者育成が求められ、個人の技術水準を保証する資格制度で保証されている）にあるとしている。今後、JABEEの活動と国際的整合性の浸透で、日本でも、技術レベルの保証が欧米のようになるのも近い。それを早めるのは、JABEE認定を受けたプログラム修了者を優先的に採用することを打ち出すなど、産業界の対応も重要である。専門認定、機関認定、機関評価のいずれをとっても、大学にとっては書類作り等準備が大変である。無用な仕事を作らず、なるべく費用をかけないことを、認定機関や評価機関で調整を図ることが重要である。

技術者教育プログラムは工学系分野の研究者養成の障害とならない。むしろ、役に立つ技術への目を持った研究者養成にプラスに働くことになる。JABEEの活動は、大学等からのプログラム認定の審査申請があって初めて可能である。その意味で、今後の大学等での技術者教育への関心がすべてを制する。日本では、学部教育よりも、大学院研究教育を優先してきた教員が、JABEEの活動へどう反応して来るか、今後注目される。また、通学制の大学の授業は現在、大学設置基準で、「学生と教師が同席して行う対面授業」を基本としているが、大学審議会でも今秋中にまとめる答申のなかでは、「遠隔授業に関する単位認

定の条件を緩和し、ネット授業も認める方向である」とのことである。遠隔授業で得た単位について大学等のプログラム認定申請側で行う単位認定については、JABEE としては「遠隔授業での単位取得レベルがプログラム認定申請側の基準レベル以上かどうかをプログラム認定申請側で判断し、その妥当性を審査員に説明できなければならない」という意味で対応することになっている。しかし、世界の一流の講義がネットを通して自由に受けられるようになり、教育のグローバル化が浸透しつつあるなか、技術者教育についての新たな対応が大学としても、JABEE としても、学協会としても今後求められるかもしれない。

最後に、2000年7月29日の研修会で配布された資料「ABET の The Accreditation Process」(文献4)の表紙にある Mark Twain の言葉をここに記しておく。

Good judgment comes from experience.
And where does experience come from?
Experience comes from bad judgment.

謝辞 JABEE の活動に対して、ボランティア的貢献をする機会を共有させていただいている本学会 JABEE 対応委員会の秋山 稔委員長、田中良明、牧野光則両幹事ならびに委員の方々に、さらに JABEE 基準・審査委員会の大中逸雄委員長ならびに委員の方々に、感謝申し上げます次第である。また、JABEE の関連の仕事で多大なサポートをさせていただいている本学会事務局長の家田信明氏に感謝申し上げます次第である。

文献

- 1) 工学教育の外部認証制度(アクリディテーション)の導入促進に関する調査報告書、産業基盤整備基金、平成11年3月。
- 2) 技術者教育におけるアクリディテーションシステムに関する調査報告書(文部省委嘱調査)(社)日本工学教育協会、平成12月3日。
- 3) Trudy E. Bell, "Proven skills: the new yardstick for schools," IEEE Spectrum, vol.37, no.9, pp.63-67, Sept. 2000.
- 4) The Accreditation Process, ABET, July 29, 2000.

(2000年10月5日)

付録1： 大学設置基準 第四章「教員の資格」の内容
(教授の資格)

第14条 教授となることのできる者は、次の各号の一に該当し、教育研究上の能力があると認められる者とする。

1 博士の学位（外国において授与されたこれに相当する学位を含む。）を有し、研究上の業績を有する者

2 研究上の業績が前項の者に準じると認められる者

3 大学において教授の経歴のある者

4 大学において助教授の経歴があり、教育研究上の業績があると認められる者

5 芸術、体育等については、特殊の技能に秀で、教育の経歴のある者

6 専攻分野について、特に優れた知識及び経験を有する者

（助教授の資格）

第15条 助教授となることのできる者は、次の各号の一に該当し、教育研究上の能力があると認められる者とする。

1 前条に規定される教授となることのできる者

2 大学において助教授又は専任の講師の経歴のある者

3 大学において3年以上助手又はこれに準じる職員としての経歴がある者

4 修士の学位（外国において授与されたこれに相当する学位を含む。）を有し、研究上の業績を有する者

5 研究所、試験所、調査所等に5年以上在職し、研究上の業績があると認められる者

6 専攻分野について、優れた知識及び経験を有する者

（講師の資格）

第16条 講師となることのできる者は、次の各号の一に該当する者とする。

1 第14条又は前条に規定する教授又は助教授となることのできる者

2 その他特殊な専攻分野について教育上の能力があると認められる者

（助手の資格）

第17条 助手となることのできる者は、次の各号の一に該当する者とする。

1 学士の学位（外国において授与されたこれに相当する学位を含む。）を有する者

2 前条の者に準じる能力があると認められる者

（大学院を担当する教員の資格は別の大学院設置基準に定められている。産業界等から大学の電気・電子・情報通信工学や情報工学関係の学科に教授として移る場合は、大学院での研究指導や授業を担当する必要があるかによるが、研究業績等に関する要件に注意。）

付録2： JABEE 対応委員会の構成

委員長：秋山 稔（芝工大）

副委員長：篠田庄司（中大）

幹事：田中良明（早大）

牧野光則（中大）

委員：荒川 薫（明大）

石井六哉 (横国大)

小平邦夫 (神奈川工大)

後藤 敏 (NEC)

笹瀬 巖 (慶大)

庄子習一 (早大)

鈴木滋彦 (NTT)

中嶋正之 (東工大)

鳳紘一郎 (東大)

三木哲也 (電通大)

持田侑宏 (富士通研)

顧問 : 当麻喜弘 (電機大)

事務局長 : 家田信明 (本学会)

付録 3) Program Criteria for Electrical, Computer, and Similarly Named Engineering Programs (Submitted by The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)

These program criteria apply to engineering programs which include electrical, electronic, computer, or similar modifiers in their titles.

1. Curriculum

The structure of the must provide both breadth and depth across the range of engineering topics implied by the title of the program.

The program must demonstrate that graduates have: knowledge of probability and statistics, including applications appropriate to the program name and objectives; and knowledge of mathematics through differential and integral calculus, basic sciences, computer science, and engineering sciences necessary to analyze and design complex electrical and electronic devices, software, and systems containing hardware and software components, as appropriate to program objectives.

Programs containing the modifier “electrical” in the title must also demonstrate that graduates have a knowledge of advanced mathematics, typically including differential equations, linear algebra, complex variables, and discrete mathematics.

Programs containing the modifier “computer” in the title must also demonstrate that graduates have a knowledge of discrete mathematics.