

SICE 技術者の教育・認定への取組 — JABEE, CPD, 計測制御エンジニア —

本 多 敏*

*SICE 旧教育認定委員会幹事
慶応義塾大学理工学部 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
* Faculty of Science and Technology, Keio University, Hiyoshi 3-14-1, Kohoku-ku, Yokohama, Japan

キーワード: 日本技術者教育認定機構 (JABEE), 技術者継続教育 (CPD), 技術士 (professional engineer).
JL00370493-5-0434 ©2004 SICE

昨年6月の理事会で計装エンジニアが名称を計測制御エンジニアへ変更するとともに、旧計装エンジニア委員会と旧教育認定委員会を統合し教育・認定委員会(委員長小林尚登法政大学教授・事業担当理事)として活動を継続することが決定した。また同時進行で、会誌で一連の計測制御エンジニアだよりが企画され、産業界で活躍しているSICE計測制御エンジニアからの熱いメッセージが掲載されてきた。

本企画担当者からの求めにしたがって、統合されたもう一方の旧教育認定委員会(委員長青島伸治筑波大教授)の活動も含めて、SICEにおける、技術者の教育・認定に対する取組について紹介する。ここで副題にかかげた略語はそれぞれ、JABEE(日本技術者教育認定機構: Japan Accreditation Board for Engineering Education), CPD(技術者継続教育: Continuing Professional Development)を意味している。

弁護士や医師のように技術者が専門家として広く認知されるとともにそれが国際的にも同等となることをめざして一連の活動がはじまっている。もちろんSICEの計装エンジニア/計測制御エンジニアも同じ動機で早い時期に始まったものである。この動きは、大学等の高等教育機関での技術者教育を国際標準に合わせようというJABEEの設立により実体化が始まった。

図1はJABEEのWebページにある、技術者の教育・認定と、継続的教育についての概略図であり、学術と専門

技術の担い手である学協会が中心となった枠組を表わしている。優れた技術者教育システムによる基礎高等教育を修了した技術者が、実務修習(Initial Professional Development, IPD)を経て、実務経験と継続専門教育CPDにより能力開発(Professional Development)を続けることでより高度な技術者に成長することになる。当然、専門家集団としての学協会の役割が重要になり、学協会を構成員とする、JABEEとPDE協議会が設立され活動を始めている。両輪として、優れた教育システムであること、高度な技術者であることは日本国内のみならず、国際的にも認められる必要がある。JABEEが担当する基礎高等教育についてはワシントンアコードがあり正式加盟の途上にある。また国際的に同等性が認められた技術者資格としての技術士の制度が技術士法の改正により整備されている。もう少し詳細にこれらを見ていこう。

JABEE:

1999年11月JABEEが設立され日本の技術者教育の国際標準化に向けて活動をはじめている。その設立の目的は、

- 技術者教育の質的向上
- 技術者教育の質的保障
- 認定の国際的相互承認

であり、統一的基準に基づいて理工農学系大学における技術者教育プログラムの認定を行い、教育の質を高めることを通じて、技術者教育の国際的な同等性を確保しようとするものである。また、認定プログラムを、技術者の標準的な基礎教育として位置づけ、国際的に通用する技術者育成の基盤を担うことを通じて社会と産業の発展に寄与することをめざしている。

現在はワシントンアコード(WA)のprovisional memberであり、2005年の正式加盟にむけ、実績を積み重ねている。その設立後の歩みを概観すると表1ようになる。

本誌の発行時点では、2003年度の認定プログラムが公表されているはずであり、審査員数、認定プログラム卒業生ともに着実に増加している。

ここで、JABEEが認定を通じて質の向上を推進しようとしている技術者教育プログラムの教育対象である技術者

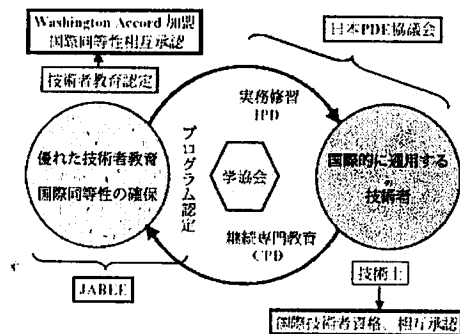


図1 技術者教育・認定の概略

表1 JABEE 設立後の活動

1999年11月	JABEE 設立 (質保証と国際同等性)
2000年度	20プログラムの認定試行
2001年度	51プログラムの認定試行 認定3プログラムの公表
2001年6月	ワシントンアコード暫定加盟
2002年2月	最初の認定結果の公表 (2001年度開始)
2002年度	xxプログラムの認定審査 37プログラムの認定試行 認定22プログラムの公表
2003年4月	2002年度開始の認定結果の公表
2003年度	xxプログラムの認定審査
2003年6月	ワシントンアコード総会 (NZ) で審査申請
2003年10月	WA加盟国代表の審査立ち会い

* 受審プログラム数は非公開

とは、技術業に携わる知的専門職従事者であり、

「単なる技術進歩の推進者であるのみならず、その成果が人類・社会に及ぼす影響についても強い責任を持つ自律的な行動者」

を意味している。また技術業とは、

「数理学、工学、情報技術などの知識・手法を駆使し、社会や自然に対する影響を予見しながら、人類の生存・福祉・安全に必要なシステムを研究・開発・製造・運用・保全する専門職業」

と定義されており、その対象には多くの理工農系および関連教育が含まれることになる。

そして、JABEE の認定プログラム修了者のメリットは将来的には以下のとおりになると期待されている。

- (1) 工学知識の詰め込みだけでなく、それを応用する力、コミュニケーション力、自己学習力など、人間力が格段に強化されるから、即戦力を期待する社会に自信を持って巣立つことができる。
- (2) 質の高い技術者基礎教育を受けたことが客観的に証明される。JABEE に対する産業界の認識がまだ十分とはいえないが、やがては、就職などあらゆる局面で、認定プログラム修了者が有利な評価を受けることになる。
- (3) 将来のワシントン協定加盟を通じて、欧米主要国の認定プログラム修了者と同等に評価され、グローバルに通用する教育を受けたと胸を張ることができる。
- (4) 技術者の国家資格「技術士 (Professional Engineer)」の第一次試験合格と同等とみなされ、一次試験が免除されてただちに修習技術者として実務修習を始めることができる。

JABEE では、教育の改善を1人1人の教員のばらばらな努力の成果としてではなく、組織の質保証体制として実現すること、すなわち Plan Do Check Act(ion) からなるい

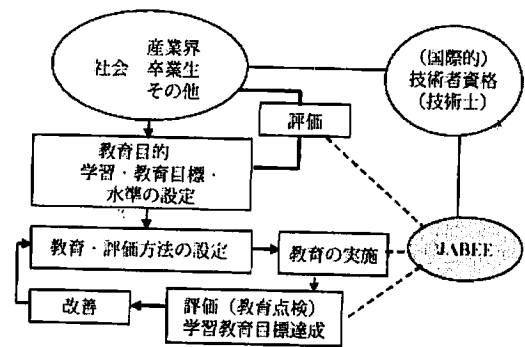


図2 教育の質的保証・継続的向上と認定

ゆるPDCA サイクルが確立していることを要求しており、その全体像を図2に示す。またこれに合わせて、受審プログラムは以下の認定基準/分野別要件にしたがって審査をされることになる。

基準1 学習・教育目標の設定と公開

1. 具体的な学習・教育目標の設定と公開
 - (a) 多面的に物事を考える能力とその素養
 - (b) 技術者倫理
 - (c) 基礎知識とそれらの応用能力
 - (d) 専門技術に関する知識とそれらの応用能力
 - (e) デザイン能力
 - (f) コミュニケーション能力
 - (g) 自主的、継続的に学習できる能力
 - (h) 与えられた制約の下で仕事を進め、まとめる能力
2. 特色ある学習・教育目標の設定と公開
3. 社会の要求や学生の要望を考慮した設定

基準2 学習・教育の量

基準3 教育手段

基準4 教育環境

基準5 学習・教育目標達成度の評価

基準6 教育改善

補則 分野別要件

分野別要件は、当該分野のプログラムに認定基準を適用する際の補足事項を定めたものである。ただし、分野別要件が補足するのは、主として、学習・教育目標に関するものと教員(団)に関するものである。

詳細は、JABEE の Web site よりダウンロード可能でありここでは大項目のみを紹介した。基準1が Plan, 基準2~4が Do, 基準5が Check, 基準6が Act(ion) に対応している。また認定対象の技術分野は現在、以下の16分野となっている。

- 化学および化学関連分野
- 機械および機械関連分野
- 材料および材料関連分野
- 地球・資源およびその関連分野
- 情報および情報関連分野

- 電気・電子・情報通信およびその関連分野
- 土木および土木関連分野
- 農業工学関連分野
- 工学（融合複合・新領域）関連分野
- 建築学および建築学関連分野
- 物理・応用物理学関連分野
- 経営工学関連分野
- 農学一般関連分野
- 森林および森林関連分野
- 環境工学およびその関連分野
- 生物工学および生物工学関連分野

専門技術分野に関しては、情報関連分野、経営工学関連分野を除けば、従来の縦型の学会を主導として縦制の分野で構成されており、計測・制御・システム工学は後述するようにいまだ分野として独立を認められていない。

JABEEの基準1は、すべての技術者教育プログラムに対する基準であり、満たすべき最低水準にはプログラムによって設定の自由度がある。それが国際的な要求水準を満たしていることはプログラム側で証明しなければならない。

JABEEが求めているのは、学生の知識のみではなく能力であり、teaching から learning への転換が求められている。

多くのプログラムでは、これらの能力を学生が身につけるために、個別の講義内容を改善するとともに、日本独特のシステムである、卒業研究/卒業論文等をあてることになる。したがって、それぞれの教官/教員がプログラムの集大成である卒業研究指導を通じて実践的に教育を実行することが重要である。PBL (Project Based Learning) などが提唱されているが社会からのフィードバックも含めたFD (Faculty Development) を行う必要がある。

CPD :

技術士法の改正により、図3に示すように、JABEE認定プログラムの修了はProfessionalとしての技術者キャリア形成の出発点となり、技術士一次試験が免除されただけに修習技術者として実務修習を始めることができるようになった。したがって、卒業後の技術者には、技術士と同様に継続的な自己研鑽 (CPD : Continuing Professional

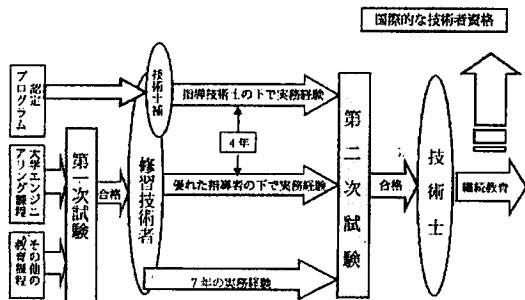


図3 認定プログラム卒業生の技術者への道筋

Development) が求められることになるが、それに対応して、各学協会においてCPD制度が開始されつつあり、41学協会からなるPDE協議会 (Professional Development of Engineers) が組織され2002年より活動を開始している。
SICEの取組：JABEE

1999年の制御教官協議会において、JABEE関連の講演会が企画されるとともに、SICEでは、青島伸治筑波大学教授を委員長に教育認定委員会を発足しJABEEに対応した。委員会構成員には、計測自動制御学会を中心に、システム制御情報学会、電気学会、機械学会、化学工学学会、ロボット工学学会からのSICE関連分野での関係者も加わっている。委員会のJABEEに関連した活動は表2のようにまとめられる。

表2 SICEの活動

1999年	教育認定委員会設置 分野別基準(案)作成/JABEE申請
2000年	機械学会窓口で試行が決定(東工大) 分野の独立をJABEEに申請
2001年	東工大試行実地審査 受審可能なプログラムのアンケート調査:41 基準審査委員会審議、継続審議となる 機械分野:岡山大学試行審査[要件一本化] 電気分野:小山高専試行審査[内容例示案]
2002年	認定審査審査員・オブザーバ 分野新設要望に関する関連学会懇談会(10学会) 工学(融合複合...)分野:舞鶴高専試行審査
2003年	SICE調査研究会発足 電気分野内容例示の確定 横断型基幹科学技術学会連合設立 分野新設要望に関する関連学会懇談会(6学会) 横幹連合調査研究会発足

現状では、計測・制御・システム工学関連分野の技術者教育プログラムは、機械および機械関連分野(日本機械学会)、電気・電子・情報通信およびその関連分野(電気学会/電子情報通信学会)、工学(融合複合・新領域)関連分野(日本工学教育協会)の3分野での受審が可能であり、おのおのの学会のJABEE関連委員会に、SICEより委員を派遣し協調するとともに、審査員・オブザーバーの派遣養成に協力している。これら3分野の要件の詳細はそれぞれのWeb pageで参照可能である。電気分野での内容例示案¹⁾はSICEの提案がほぼ認められたものになっている。

また、JABEEが国際標準として技術者教育に求めている、「デザイン能力」「自主的、継続的に学習できる能力」「与えられた制約の下で仕事を進め、まとめる能力」をどう教育するかということを調査研究するために、「SICE領域技術者教育における企画・設計能力開発と評価に関する調査研究会」を設立し、認定を受けるプログラムの立場に立った活動も行っている。

SICEの取組：CPD

旧教育認定委員会では、SICE分野の会員・技術者への

CPDについてもWGを設置し検討を重ね、CPDポイント制、教育講座・カリキュラムなどの具体化をすすめた。会誌2月号会告に掲載されているように、CPDポイント制度が正式にスタートしている。技術士の自己研鑽のためのみならず、SICE会員として、ポイントを取得することのメリットを増やし、学会行事に積極的に参加するインセンティブが高まるようなシステムに成長すべく検討を進めている。その一例として計測制御エンジニア認定試験の可否判定に考慮するシステムを検討している。

またCPD講座としてWGで作成されたカリキュラム案は、PDE協議会へ分野横断的技術の講座案として提案した。その結果、2003年度経済産業省委託モデル事業として、「自動制御技術」が採用され、新生のSICE/教育・認定委員会が全面的に協力し、約3ヵ月という短期間でテキスト執筆編集を行い完成した。これはSICEのCPDのベースとなる貴重な知財である。計測制御エンジニア講習会で試行した、ビデオ映像とパワーポイント表示を一体化したCD-ROMの制作やテキストの分冊化など、今後の有効利用法についても検討をすすめている。このテキストを利用した、執筆陣を講師として、他学会の比較的若手の技術者を対象とした研修会を委託事業の一貫として年度末に開催し、研修の効果についての評価も行われる予定である。

横断型科学技術における技術者教育、JABEE発足1年後から横断型科学技術を推進すべく関連学会関係者により、学術会議への提言、JST異分野交流フォーラム、政策提言プログラム等の活動が行われており、2003年4月13日に30学会からなる横断型基幹科学技術研究団体連合(横幹連合)が発足した⁵⁾。

SICE領域である計測・制御・システム工学も横型の科学技術であり、横幹連合の活動にあわせて、SICEのよびかけて関連学会懇談会を開催し、JABEEにむけての技術者教育について各学会の状況等意見交換を行ってきた。文理にわたっている横幹連合ではあるが、まだ実態が見えていない横断型基幹科学技術教育についても、計測・制御・システム工学の位置づけもふくめ検討し実体化する必要がある。そのための活動を調査研究会の設置により開始している。

以上、SICEの守備範囲とする学術分野・専門技術者の現状を教育と認定という観点からまとめてみた。専門の学術分野でのアクティビティをあげることもふくめ、SICE領域の元気な技術者を数多く輩出することがますます重要となる。会員の皆様の積極的な参加をお願いしたい。

(2004年3月1日受付)

参考文献

- 1) <http://www.jabee.org>
- 2) 大橋秀雄：第15回工学教育連合講演会資料(2003)
- 3) <http://www.jsme.or.jp/jabee/sinsei03.htm>
- 4) <http://www.ieice.org/jpn/jabee/bunya4.html>

5) <http://www.trafst.jp/index.html>

付録⁴⁾

計測制御システム工学の内容例示

(電子情報通信学会、電気学会、計測自動制御学会共通案)

計測制御システム工学は、実際のシステムにかかわる量、動作を計測し、計測して得た情報を利用してシステムの状態と働きを人間の利便と福祉の向上に役立つように制御することに関連する学問であり、特に要素を組み合わせ、全体システムとして優れた働きをさせるという観点が重視される工学領域である。

以下の説明は、分野別設定要件「1. 修得すべき知識・能力2)」の補足説明である。

この領域を取得するために必要な基本的知識として

1. 数理法則や物理原理を理解するために必要な基礎的知識
2. コンピュータを道具として使いこなすための基礎的知識
3. 工学の広い範囲にわたっての基礎的知識
4. 計測・制御・システム工学の専門領域に関する基礎的知識が求められる。またこれらの基本的知識を十分に理解するための実験を行い、得られた結果を深く思考する能力の養成が求められる。さらに、現実のシステムにおける問題点を見出し、これらを解決する能力の養成も求められる。

具体的には、以下に示すような項目の内容の授業により、基本的知識を取得させ、少人数で行う実験・演習等により、現実と理論との対応を理解させ、卒業研究等により、分析力、思考力、応用力の養成および論理的思考の訓練を行うことが望ましい。

本来、教えるべき項目は、各教育プログラムの目標に合致するように選択される必要がある。したがって、以下の項目は参考としての一例であって、これらの項目のすべてを含む必要はない。

1. 数理法則や物理原理を理解するために必要な基礎的知識
 - 1.1 基本的な数学分野
(線形代数、微積分、確率・統計、複素解析、フーリエ変換・ラプラス変換・z変換等の主要項目)
 - 1.2 物理・化学分野での基礎知識
(力学、電磁気学、熱力学、化学等の主要項目)
2. コンピュータを道具として使いこなすための基礎知識
(計算機アーキテクチャ、プログラム言語、ネットワーク等の主要項目)
3. 工学の広い範囲にわたっての基礎的知識
(材料力学、流体・弾性力学、電気・電子回路、化学工学等の主要項目)
4. 計測・制御・システム工学の専門領域に関する基礎的知識
 - 4.1 計測
(計測基礎、信号・画像処理、機械・電気・化学計測、光・音響計測、生体計測、パターン計測、リモートセ

ンシング等の主要項目)

4.2 制御

(フィードバック制御, 状態フィードバック, オブザーバ, 安定性, 同定, サーボ機構, アクチュエータ, デジタル制御等の主要項目)

4.3 システム工学

(モデリング, シミュレーション, 自動化機器, ロボティクス, 最適化, 知識情報処理, マンマシンシステム等の主要項目)

[著者紹介]

本 多 敏 君 (正会員)



1970年東京大学工学部計数工学科卒業。同年同学科助手。85年工学博士(東京大学)。86年東京大学工学部講師。同年熊本大学工学部生産機械工学科助教授。90年慶応大学理工学部計測工学科助教授。92~93年独アーヘン工科大学客員研究員。98年慶応大学理工学部物理情報工学科教授。現在に至る。流体計測・生体計測を逆問題的アプローチで研究。
