教育改革の動向と工学教育

Recent Trend in Educational Reform and Engineering Education

示 村 悦 二 郎

Etsujiro SHIMEMURA

要 旨

大学設置基準の抜本的な見直しが大学審議会において進められている。その最も重要な点は教育の枠組みを規定してきた一般教育、専門教育などの分類と、それに対応した教員数の要件を廃止しようというところにある。それによって、各大学がそれぞれの教育理念に基づいて、自由に教育内容を設計し、全教員の責任において教育にあたるのが可能になり、真に実効ある大学教育が実施されることが期待されている。ひるがえって、工業に目を転ずると、先端技術の開発と発展がますます重要課題となる一方で、技術開発と産業の発展が地球規模で人類の将来にいかなる意味と影響を持つかについて深く洞察することが求められるようになってきた。一方で、技術革新の担い手になることを好まない若者の増加という現実のもとで、これからの工業教育は何を目指すべきか、新しい設置基準のもとで改めてそのあり方が問いなおさなくてはならない。

Abstract

The recent discussions on the educational reform at the University Council will open the new sight to the university education, especially the undergraduate education. Since the post war educational reform, the hard-to-establish but easy-to-maintain policy was maintained as to the university. That is, the necessary conditions to be fulfilled in establishing the university is regulated by the Standard of Establishing the New University (Daigaku Secchi Kijun). A very severe examination on the application of establishing a new university is done by the government. The central issue of the present discussion is the relaxing the regulation of the Standard.

It is expected to encourage the university to develop his own unique educational program, by giving him a wider freedom. By this reform, it is aimed that the undergraduate education will recover its original target: to teach and train the student to be a good citizen with an academic fundamentals. Translating this phrase to the engineering education, it is to be

recognized that the target of the engineering undergraduate education is to teach and train the student to be a good citizen with an engineering fundamentals . A unified curriculum should be developed; the curriculum including all the necessary fields and subjects, not only the science and engineering, but the social sciences, humanities and languages, to accomplish the educational target .

1. 大学教育をめぐる改革の動き

先年の臨時教育審議会の提言を受けて、大学審議会においては、かねて大学教育部会を中心に大学設置基準の見直しを進めているが、すでに昨年7月第1回の審議概要が発表され、さらに本年夏には第2回の審議概要が発表された。

この議論の中心課題は、一口で言えば大学設置基準の大綱化、弾力化である。すなわち、大学設置基準の規定をできるかぎり大綱化して、個々の大学の自由な創意・工夫の余地を広くしようというものである。

わが国の公教育の制度は学校教育法によって基本的な枠組みが規定され、これを受けて具体的な内容については、大学に関しては大学設置基準で、大学院に関しては大学院設置基準で詳細が定められている。

大学設置基準は、大学を新設する際に充足すべき諸条件を定めているのであるが、設置された後も認可時の基準を逸脱することは有り得ないから、既存の大学についても大学設置基準の規定の趣旨が及んでいるとすることができる。

したがって、今回の大学審議会における大学設置基準の見直し作業は、新設・既設を問わず、これからのわが国の大学のありかたそのものにかかわる重要な意味を持っているのである。

大学の設置認可に際して行政がどのようにかわるかは、国によってその状況がさまざまであるが、わが国の場合には、認可に際して大学設置基準に基づく詳細な審査が行われる一方、一旦設置が認められた後は、事実上チェックは無いに等しい。これは設置は容易であるが、その後絶えず各種のアクレディテーション・ソサエティーによる評価が行われるアメリカの場合と対照的である。

今回の改革論議の方向は、これまで大学設置基準に良くも悪くも100パーセント依存してきたわが国の大学に、自己責任による活性化を求めていると言えよう。大学設

置基準を大綱的規定にとどめて、各大学の責任に基づく教育・研究の充実を期待しようとする今回の改正の論議は、この意味でわが国の大学に大きな転換を求めているのである。

2. 大学教育の枠組みを作る大学設置基準

ところで、大学設置基準には大まかに言って、二つの側面がある。

一つは、教員の数、校舎の面積、校地の面積、図書館に揃えるべき本の数といった、いわばハードな条件についての最低基準である。

いま一つは、学部、学科などの組織の仕方、学科目の開設の仕方、卒業に必要な単位数、およびその内訳などについての規定で、これによって大学における教育の基本的な枠組みが定められている。

前者に関しては、基準に盛られた数値が今日の状況から判断して、なお妥当なものであるかについて再検討することにはなろうが、いずれにしても大学として備えるべき最低のハード的な条件は規定しておかねばならないであろう。したがって、今回議論されている大学設置基準大綱化の論点の中心はむしろ後者、すなわち大学教育のソフト面での規定のあり方であると言ってよい。

現行の大学設置基準では、大学における授業科目を一般教育、外国語、保健・体育、および専門の4系列に分けて開設することが定められている。

この分類は単に開設授業科目の系列化を規定しているばかりでなく、卒業要件の規定にもかかわっていて、各系列ごとに必要な最低履修単位数が定められている。さらに、充足すべき教員数もこの系列ごとに規定されており、その点から今日の大学教育は制度的にも、実質的にも大学設置基準のこの規定に依拠していると言えよう。

実際には、昭和31年に大学設置基準が制定されて以来今日までの経過の中で、時代の要請にこたえて、一般教育科目のある部分を基礎教育科目として専門科目に振り替

えたり、外国語の一部を専門科目に振り替えることができる規定が付け加えられたり、あるいは社会、人文、自然の3分野にわたって開設することになっている一般教育科目に、これらの分野にまたがる総合科目を認めるなど、かなり規定の緩和が行われてきた。

3. 求められる統合カリキュラム

しかし、このような緩和措置だけではいかにも備忘策的で、大学設置基準の底流をなすところは、なんら変わっていないと言える。

授業科目を系列ごとに分けて開設することになっていることがあって仇となって、ほとんどの大学で一般教育、外国語教育、保健・体育教育、そして専門教育とそれぞれがばらばらに実施されている状況を産みだす結果にもなっている。

本来、学部教育の目標は一つであり、その目標を達成するために統合的にカリキュラムが組まれるべきで、一般教育科目、外国語教育科目、専門教育科目などといった分類は便宜的なものであるはずである。

しかし、そのような統合されたカリキュラムの編成は、現在の大学設置基準が規定する枠組みのもとでは、極めて限定された範囲でのみ可能であって、特色のあるカリキュラムを開発することは非常に困難である。

このような大学教育の現状を改善するための大学審議会大学教育部会における審議の方向については、先に述べたように、昨年審議概要によって公表され、各界からこれに対するさまざまな意見が寄せられている。

中でも、大きな反響を呼んだのは、一般教育、外国語、保健・体育、専門教育といった授業科目を設置する上での枠組みを原則的にやめて、各大学がそれぞれに設定した教育目標を達成するのに必要な科目を設置するとした点である。

この点について、枠組みを廃止することによって、一般教育科目等が圧迫され、極端な場合には専門科目だけの大学も出現するのではないかという危惧の念を表明する向きもある。

しかし、どのような教育をするかを決めるのは国の基準ではなく、大学人自らであるべきで、その成果は社会が評価するという方が学問の府としての大学によりふさわしいのではあるまいか。

4. 学部教育の目標

この方向での改革が実現すると、各大学はそれぞれの

責任において、カリキュラムを作成し、必要な科目を開設することになる。したがって、これまでのように、全国の大学が一律に基本的には同じパターンで科目を設置し、教育に当たるのではなく、各大学がそれぞれ特色のある教育を実施することができるようになるのである。

さて、焦点を工学部に当ててみよう。もちろん工学部における教育も、大学設置基準が改正されれば根本的に検討し直さなければならなくなる。

その時、まず問題になるのは、大学教育の目標は何かということである。目標がはっきりしなくては、カリキュラムの編成ができないからである。

大学教育の目標について、学校教育法第52条には次のように述べられている。

「大学は、学術の中心として、広く知識を授けるとともに、深く専門の学芸を教授研究し、知的、道徳的および応用的能力を展開させることを目的とする。」

ここに規定している「知的、道徳的、応用的能力の展開」こそ、戦後新制度の大学教育が普遍的に目標としてきたことである。

大学設置基準で授業科目を一般教育等と専門教育に分けているからといって、決して、「広く知識を授ける」ことが一般教育の目的で、「深く専門の学芸を教授する」ことが専門教育の目的というように別々のことではないのである。

この大学教育の目標は、言い換えれば、「専門的素養を持った善良な市民の育成」と言ってさしつかえなからう。

そこで、これを工学部に当てはめて言い直すと、工学部の学部教育の目標は「工学的素養を持った善良な市民の養成」と言うことになる。

5. 大学院教育の目標

学部の教育目標を上述のように考えると大学院では何を目標にしたらよいのだろうか。まずは、再び学校教育法の規定を調べてみよう。大学院については、第65条に次のように規定している。

「大学院は、学術の理論及び応用を教授研究し、その深奥をきわめて、文化の進展に寄与することを目的とする。」

さらに、これを受けて大学院設置基準で修士過程の目的を、

「修士過程は、広い視野に立って精深な学識を授け、専攻分野における研究能力又は高度の専門性を要する職業等に必要の高度の能力を養うことを目的とする。」（第

3条)としている。

また、博士課程については、
「博士課程は、専攻分野について研究者として独立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力及びその基礎となる豊かな学識を養うことを目的とする。」(第4条)と規定している。

こうして、学部、修士課程、博士課程それぞれの教育目標を、工学的素養をもった市民の養成、高度な専門職業人の養成、自立した研究者の養成というように整理してみると、工学教育においては、すでにほぼこのとおりになっているように見える。

これらの目標がそのとおりに達成されているかは、大学の努力と、社会のニーズの整合如何ということができよう。

理工系では、近年学部卒業生を中心に、サービス産業への進出が目立っているが、この者達こそまさに専門知識ではなく、工学的素養を買われているのである。

製造業でも、特に学部卒業生については、卒業時の専門知識ではなく、入社後の社内教育や自己研鑽に耐えられる工学的素養を期待されているのである。

この点を正しく受けとめて、「知的、道德的、応用的能力の開発」に向けて、統合的にカリキュラムが編成され、教育が実践されているかということを反省して見る必要がありそうである。

大学院については社会のニーズを後追いつける形で大学院設置基準が定められた経緯もあって、ほぼ目標どおりの教育が実現していると言えよう。

6. 変貌する学生

理工系の学部教育のありかたを考えるに当たって、まず問題となることは、現在およびこれからの学生をどう見るかということである。

これについて、二つの点を指摘したい。一つは理工系を目指す者の意識の拡散化である。そしていま一つは幼児化の進行である。

第一の点は、先に指摘した理工系卒業生の製造業離れとも関連している。

少々古いが、この辺を探る一つのデータがある。これは東京工業大学で、理工系を志望する高校生と、東工大に入学した新入生に対して、前者にはなぜ理工系を志望するのか、後者にはなぜ理工系を志望したのかを聞いたものである¹⁾。

この調査によると、高校生では、理科・数学が得意だ
日本工業教育協会誌 第38巻 第5号 1990, 9

から=31.2%, 機械いじりが好きだから=31.7%, 自然観察が好きだから=24.4%, ものを作るのが好きだから=30.9%となっている。ところが、新入生では、理科・数学が得意だからという理由をあげたものが、他の理由を圧して、トップの68.1%に達しているのを除くと、他の理由をあげたものの割合はほとんど変わっていない。

この数字は、好きだからと言うだけでは入学試験を突破できない厳しい現実を物語っていると同時に、その裏には若者の考え方が多様化していることを垣間見るのである。

すなわち、理数科の点がいいから理工系を受けたというグループがすべて入試突破の便宜組とは言わないが、入試に数学を課す文系学部との併願者が結構いることとも考え合わせると、理工系の勉強や職業にあこがれて理工系へ入って来る者ばかりではないことを認めざるを得ない。

事実、卒業を控えて、技術職につこうとしない学生にその理由を問うと、「入学したときから是非理工系へというわけでもなかった。理工系の勉強はそれなりに面白かったが、社会科学系の学問にも興味があつたので、自分で勉強をしていた。今度は本当に自分のやりたいことをやる。」こういう答えが返ってくることがよくある。

では、これからの学生は理工系の勉強に適合できなくて成績が悪いかという決してそうではなく、むしろ成績優秀な者が多いのである。

第二の幼児化については、多くの文字を並べる必要はなかろう。カリキュラムに並んでいるもの以外の学問には興味を示そうとせず、それらの科目をただ受身でこなしていくだけで、ついに精神的に自立できないまま就職期を迎え、自宅から通勤することを当然の第一条件として会社を選ぶ者が多くなっているのである。

7. 工学教育における特殊性

次に考えなくてはならないのは、工学教育に他の領域の教育と違った特殊な事情があるかということである。

これについては、二つの点を挙げておかねばならない。その第一は技術の進歩の早さである。そして、第二は技術と社会との不可分性である。

第一の点については、今日の技術の進歩がいかに急速であるかを、いまさら改めて指摘するまでもなかろう。そして、そのスピードは、おそらくますます早くなると思わなくてはならない。そのような状況下にあつて、技術者として長期にわたって活躍を続けて行ける力を持た

せるには、どのように教育して送り出せばよいのかが大きな課題である。

第二の点も自明のことであるが、問題は、両者の関係がますます複雑になり、一つの新しい技術の誕生が社会にどのような意味と影響を持つかについて、簡単には分からなくなって来つつあるということである。ますます重くなる、技術の開発に携わる者の社会的、歴史的責任を果たす能力はどのようにして与えることができるのか。

これからの工学教育は少なくとも、この二点に応え得るものでなくてはならない^{2),3)}。

8. エンジニアリングサイエンス再考

急速に発展する技術の世界で、常に新鮮な創造力を保ち得るためには、技術を支える基礎の学理について、深い理解とその応用力を持たねばならないことは言うまでもない。

この点に力点を置いて、細かな具体的な個別技術、個別工学を教えないで、それらに共通する基礎の学理を整理して教えようというのが、エンジニアリングサイエンスの根本的な考え方である。

これは、もともとアメリカ工業教育協会の一連の工学教育に関する調査報告書の一つとして発表されたものの中で提唱されたものである⁴⁾。

この報告書において、膨大な領域にまたがる工学の基礎を形成する科学を、

(1)固体の力学、(2)流体の力学、(3)熱力学、(4)移動および速度論、(5)電気学、および(6)材料の性質の6学に整理することを提唱している。

工学を、基礎科学をベースとして、実用を目的とした解析、設計、総合の学問であるとするならば、これら6つの柱からなるエンジニアリングサイエンスこそ、すべての工学に共通な基礎を提供する学問体系になりうるのである。

この考え方は少なくとも理論的には、大変魅力的で、高度経済成長期にあって、新しい工学教育のモデルを求めていたわが国の関係者に大きな期待をもって受け入れられ、その思想に沿ってカリキュラム改革を試みた大学もあった⁵⁾。

筆者の所属する学科も、この方向でかなり大胆にカリキュラムを改編し、その定着に努力をした。そして、この間の様々な試行錯誤の結果得た教訓を組み込んで、今日なおカリキュラムの改訂を重ねている。

エンジニアリングサイエンスを工学教育の基本に据え

ることは、カリキュラム論としては、おそらく誰にも異論のないところであるが、実際に教育に当たってみると、このように整然とした演繹の展開によって学んだことから、学生が現実の問題解決の力を引き出すまでには、かなりの距離があることを実感させられるのである。

コンピュータ等に代表される人工システムの科学は別として、少なくとも自然システムの科学は、事実から出発して帰納的に体系を構築してきた。先人たちの、そのような血のにじむ努力のプロセスを抜きにして、出来上がった体系を頭ごなしに教え込んでも、小学校以来絶えず学習＝記憶という図式を強制されてきた学生にとってはその延長線上としてしか受け入れられず、血となり肉となって応用できる力はなかなか湧いてこないのである。

大切なことは、明確な思想を持ったカリキュラムと、それを生身の学生に教えるプログラム、そして教授の力量である。

科学が帰納のプロセスを経て体系をなしてきた歴史的過程を迫体験させることによって、はじめて厚みのある知識を身につけることができる。そして、その知識を実際に活用してみる体験を通して、基礎科学の威力を納得させることができるのである。

9. 統合カリキュラム試論

先に、アメリカ工業教育協会の報告書をもとにエンジニアリングサイエンスを工学教育の基本的理念にしようとした動きについて述べた。

ところで、エンジニアリングサイエンスの華々しい影に隠れて、あまり注目を集めなかったが、これらの報告書が同時に描いた、新しい工学教育の全体像があったのである。それは、

- (1) 工学部のカリキュラムを人文・社会科学、基礎科学、工学を軸として構成する。
 - (2) 数学、物理学、化学等を基礎科学として明確に位置づける。
 - (3) 基礎工学科目を整理して、工学教育のコモンコアとして位置づける。
 - (4) 工学的解析、設計および工学システム論に(2)、(3)を集約して、問題解決能力、創造性の育成につとめる。
- という4点に要約される。

この構想は現在でもそのまま受け入れることができるだけの説得力を持っていたにもかかわらず、(3)に相当するエンジニアリングサイエンスだけがクローズアップされたのは、わが国の教育制度に多分に関係していると思

われる。

すなわち、先にも述べたように、大学設置基準によって、授業科目が一般教育等と専門教育に区分されており、さらにほとんどの大学でそれらの科目を担当する教員が組織的にも区分されているため、工学教育のカリキュラムという統一された観点での総合的な議論ができにくい、あるいはまったくできない状況がある。

今回の大学設置基準の改革は、このような障害を取り除いて、純粋に教育的見地からの教育論議とその実践を可能にしようとするものである。

そのような議論ができることを前提として、工学教育の枠組みについて考えてみると、基本は上述の構想につきていように思われるが、あえて若干の補足を試みたい。それは、

- (1) 工学部のカリキュラムを人文科学、社会科学、基礎科学、工学を主要な柱として構成し、これを補強するものとして日本語と外国語を配置する。
- (2) 基礎科学は数学、物理学、化学を中心として、分野によって情報科学、生物学を加える。
- (3) 工学についてはエンジニアリングサイエンスを根底に置き、将来にわたって役に立つ工学の基礎を身につけさせることを狙いとするが、整理された体系を頭ごなしに教えるのではなく、できる限り具体的な事柄から出発して、帰納的に体系に到達するように配慮する。
- (4) 工学における総合の重要性を体得させるために、卒業研究、卒業制作などのプロジェクト体験を重視する。というものである。

日本語を加えたのは、今日の学生は論理的文章作成、発表、討論の技術を系統的に教育しなくてはならない状況になっているからである。

10. むすびにかえて

以上に、主として工学部の学部教育について私見を述べてきたが、大学院の教育についても問題が無いわけではない。

大学院教育について、端的に問題点を指摘するならば、教育的見地の欠如ということである。

大学院の教育は、研究室における研究内教育であるということがしばしば言われている。しかし、今日の大学院、ことに修士課程において、大部分の学生が修了後は企業に就職をする状況下では、研究者を目指す者が大半を占めていた時代とは違って、明確なカリキュラムとプログラムにしたがった組織的教育が必要となっている。

研究に打ち込む師の後ろ姿を見て育つ時代ではなくなったのである。

修士課程における教育を、学部における教育に有機的に接続させ、高度の学識を身につけた、真に有能な技術者を養成するものにする努力をしなくてはならない。

大学院における教育の役割を放棄し、研究の行われているところには、どこにでも研究内教育の機能があるとするならば、それは大学院の際限のない拡散を意味するものでしかない。

現実には、そこに組織があつて、人が居る状況のもとで、教育改革を進めることは容易ではない。しかし、時代はそれを命じているのである。

参考文献

- 1) 大学入試研究の動向、第3号、昭和60年3月、国立大学入学者選抜研究連絡協議会。
- 2) 示村悦二郎：日本の工学教育、IDE, No.271, 昭和61年。
- 3) 示村悦二郎：専門教育からみた一般教育－理工系について、IDE, No.283, 昭和62年。
- 4) Report of the Follow-up Committee on Evaluation of Engineering Education, 関東工業教育協会資料, No.16 (昭和35年) に全訳掲載。
- 5) 示村悦二郎：専門教育とカリキュラム－工学教育の場合、喜多村和之編、大学教育とは何か (玉川大学出版部, 昭和63年)。

示村悦二郎

昭和37年、早稲田大学大学院工学研究科 博士課程修了、工学博士。
現在、早稲田大学理工学部教授 (電気工学科)、
大学審議会大学教育部会特別委員、
計測自動制御学会会長。