工学教育のカリキュラムに関する大学での検討状況

State of the Art of Study on Curricula Renewal of Engineering Education in Japanese Universities

架 谷 昌 信

Masanobu HASATANI

近年、社会的パラダイムが大きく変わりつつあるが、このようなパラダイムシフトの中で、我が国の工学教育プログラムのあるべき姿が問われている。このような状況を背景に平成8年度に8大学工学部長会議の中に「工学教育におけるコア・カリキュラムに関する検討懇談会」が設置され、カリキュラムの検討が開始された。現時点までに、(1)欧米(とくに米国)で公表されている工学教育に関する文献と内容の調査・分析、(2)8大学工学部のカリキュラムに関する調査を行い、さらに当該懇談会を進めて行く上での約束事項を検討したので、これらについて説明するとともに今後の方針についても若干私見を述べる。

Schools of engineering of Japanese universities have begun to study the renewal or the reconstruction of their education programs under the circumstances where the social paradigms are greatly shifting. In the 1996 fiscal year, the working group was set up in the Deans' Committee of school of engineering of so-called the Eight National Universities under the sponsorship of Monbusho, and started to discuss the basic strategies for new development of the heart-core of engineering education programs to meet the needs of changing world. The working group has also accomplished the collection and the analyses of the present state of a variety of the curricula in the Eight Universities and the survey of the related literature over the world to accumulate the data base. In this report, the outline of the activities of the working group and a few own opinions for future plans are mentioned.

平成9年5月20日(火)に名古屋大学シンポジウムで開催された日本工学教育協会・東海工学教育協会共催のシンポジウム「工学教育の現状と将来」で標題の内容についてお話をする機会を与えられたので、以下にその講演の抜萃(約半分に短縮)を記す。

1. はじめに

最近、パラダイムシフトという言葉が盛んに使われますが、その意味を明確にするためにパラダイムという言葉から説明しないといけないかも知れません。これは、とくにどこかの文章に書いてあるとか、法律の条文にあるというのではなく、「何となく社会共同体の共通認識として、こんなものではなかるうか、と暗に思っていること」であると考えてよいと思います。

いま、世界のパラダイムが急速にシフトしています。私達1人1人の価値観が根本的に変わりつつある状況の

中にあると言ってよいかも知れません。これには、幾つかの引き金となる事件があったわけですが、例えば、東西冷戦が終わって、今まで考えてきたことと全然違うことが突然始まってしまい、一種の脱力感のようなものがあるのではないのでしょうか。一方、我が国の社会を振り返ってみますと、今まではある価値観で頑張ってきたけれども、ふと気がついてみると、バブル経済も崩壊し、今まで私どもが信頼していたいろいろな制度そのものがすこしおかしいのではないかと感じ始めています。それでは、これから我々は一体どこへ行くのかということに関しては、残念ながらまだ解答は得られておりませんが、我が国の明治以降の立国の条件を考えますと、やはり教育は国の根幹をなす重要な問題であり、こういう大きな社会的パラダイムシフトの中では教育問題は当然避けて通れない、というのが国民の大体のコンセンサスではないかと思います。さらに、我が国の立国の基礎は科学

技術であるということも国民の共通認識ではないかと思えます。パラダイムシフトと言いながら、やはり科学技術を我が国の基盤に置くことに関してより強く再認識が求められているのではないのでしょうか。

この意味で、日本の大学、特に工学系学部、あるいは工学系大学院に対する社会の期待、国民の期待、あるいは我々の問題意識というものは、一段と緊張した中で対処していかなければならない。それは我々の基本的認識として、何度も繰り返し確認しておかなければならないところだと思います。社会からの圧力を受けているわけですが、同時に、我々大学人にも、それに対して十分応えていく義務があり、それが我々の責務、存在の意義そのものであるという認識に立つ必要があるだろうということです。

このような状況の中で、平成8年6月半ばに文部省高等教育局専門教育課から、「パラダイムシフトが進む中で、大学の教育問題を支えるカリキュラムの問題が非常に重要になります。しかし、組織改革は進めているが、教育に関する明確な姿が中々見えてこない。名古屋大学が幹事役になって、8大学で工学教育に関する議論をしてもらえないか」、という話がありました。今、大学改革に取り組んでいる身の私どもといたしましては、当然ノーというわけにはいきません。大至急8大学工学部長の先生方にご相談しましたところ、全員の方がぜひやってみようということになりました。文部省の意向としては、もちろん8大学の工学部だけということではなくて全国の大学を対象にするということでしたが、こういう難しい話をするときにはどこか中心になる場所が必要ということで、お引き受けしたわけです。

そこで、本日は、平成8年度に8大学工学部長会議の中に設置されました「工学教育におけるコア・カリキュラムに関する検討懇談会」での検討の全般状況を説明させて頂きます。

2. 「工学教育におけるコア・カリキュラムに関する検討懇談会」での検討状況

驚くべきことに、我が国で工学全体に関する議論が正式に行われたことは一度もありません。しかし、これは、工学の成り立ちを調べてみますと、何も日本だけの問題ではなく、全世界的な傾向です。例えば、機械、電気、化学、土木などという領域から出発して、だんだん囲い込みが進み、その領域に産業が結びついて産業対領域の関係を一層強くし、領域間に高い壁ができて、個別の領域をどうするかという議論は随分進みました。しかしながら、世の中の発展とともに、各領域の広がりが進展し、パラダイムシフトという大きな問題を抱え込むようになった今日では、個別の領域で議論していることと、パラダ

イムシフトにどう対応していくかということは必ずしも同じでないことに気が付き出しました。そこで、当該懇談会で、全領域にまたがった工学全体に関する議論を初めて行ったわけです。それは、今日の状況のもとでは、工学全体をどうするかを議論しておきませんと、個別領域への対応も困難になってきているからです。

このような議論と並行して、今までに二つの作業と一つの約束をしましたので、それらについて説明します。

2. 1 欧米(とくに米国)で公表されている工学教育に関する文献の翻訳と内容の調査・分析

欧米を中心とする諸外国(とくに米国)が、東西冷戦の崩壊後、大きなパラダイムシフトの中で工学教育をどのように考えているのかを知る取っかかりとして、工学教育に関して公表されている文献を翻訳し、その内容を分析しました。

米国における工学教育の変化を図1に示します。米国の大学の工学系のシェアは10%台で、50%台の日本のそれに比べて小さいことを念頭においておかないと米国がいま頑張っているバックグラウンドを見損なってしまうことになります。

図1 米国における工学教育の変化

今まで一生懸命東の国に対して対応をとってきた米国では、脱冷戦後工業なり産業がやや左前傾向となり、そのため、今では工学が国家安全保障上、基本の枢軸になりうることを再認識して、工学というものをやや等閑視してきた従来の考え方を大幅にシフトしてきています。知識が細分化され、個人的専門性の評価ということだけが強調されますと、新しいパラダイムの下で科学技術立国を目指すことは不可能です。専門性と同時に総合性にも重点を置くことが必要です。意味するところは、歴史的にみて高い壁と深い溝をつくりながら領域が発達してきて、それが産業にぶらさがっているというような構造では、残念ながら新しい科学技術立国はできないということです。それから、今までの科学技術には個人の経験と洞察に依存する側面が確かにありました。しかし、今日のように科学技術と社会そのものが深くかかわって多くの複雑な問題を抱える時代を乗り切るためには、それ

だけでは破綻をきたします。チームワークも非常に大切な要素になります。さらに、工学の足場を固めていくためには、工学の研究と同時に教育の革新に重点を置くことも必要である。そんな議論がされただろうというのが私どもの調査・分析の結果です。図2に、上記のようにシフトした米国の工学教育のパラダイムを、図3に、工学教育プログラムの評価・認定(アクレディテーション)に使われるABET2000の基本的な考え方を示します。

新しく誕生した学問分野を発展させることに熱心な教育
 確固とした数学及び工学基礎知識の維持
 主題の統合—学生の課程の最初から全体像を示す
 積極学習、企業ベースのプロジェクト、講義への依存の減少
 コストとタイミング、量から質へ、社会と環境への関心、
 健康と安全等の要素の導入
 コミュニケーション、チームワーク、グループでの問題解決スキル
 学生の多様な学問的バックグラウンドの促進
 企業との定期的交流の維持

図2 新しい工学教育のパラダイム

- 1 学生の資質への適切な評価
- 2 明快な教育目的とその達成へのプログラム
- 3 工学スキルの諸能力を教育し、その教育プログラムの結果への評価プロセスの整備
- 4 工学の実践の場の提供
- 5 十分な数の有能な教員
- 6 プログラムの達成に必要な施設
- 7 外部資金と支援体制
- 8 各プログラム基準を満たしていること

図3 ABETの認可基準2000の要約(基礎レベル)

2.2 8大学工学部カリキュラムに関する調査

図4に挙げる19項目について調査しました。調査は、名古屋大学工学部の中にサブ委員会をつくりまして、その委員会の先生方が直接調査対象大学に赴き、調査項目の回答に対する聞き取り調査を行うと同時に関連資料を頂戴する方法で行い、その結果300頁を越える調査報告書が出来上がりました。平成9年5月16日(金)に開催されました8大学工学部長会議で、委員会内資料として公表してもよいという理解を得ております。これらの調査結果も考慮に入れて、日本の現状と問題点を挙げると、図5のようになろうかと思います。

日本はとにかく均質であることが安全で、誰かがおっしやっておられましたが、ローリスク、ハイコストのローリターンで今までは何とかうまくやってこれました。大学の先生というのは、教えることは全部教えたいという強い欲求を持った種族です。私も本能的に教えすぎて

しまします。これは基本的には良いことだと思うのですが、相手が何者であるかということがそこに余り斟酌されていない。日本の大学のカリキュラムはマキシマム・リクアイアメントになっているのです。それから、入学試験は、我が国の大きな課題なんです。入学試験の多様化といっているいろいろな試験を行っているのですが、受け入れた学生を教育するカリキュラムは、全く一律です。いろいろな学生を受け入れるということと、カリキュラムでどう対応するかという議論が全く行われていません。卒業研究というのは、日本の大学を支えてきた非常に重要なキーフaktorです。とくに、工学系では、卒業研究ありきで、卒業研究に入って初めて大学に來たんだと思わせるものが、今でも依然としてあるわけです。これは、今まで日本の大学の大きな長所、美点として見られてきました。そういうものが、新しいパラダイムのもとではやや足かせになりつつあるということも重要な視点の一つです。

我が国は歴史が2000年を越える長命な国家で、文化的にも多様なものを持っておりますから、日本式工学教育(もちろん国際的に通用する必要があります)を展開すれば良いと思いますが、日本式の中で、真に多様な価値を有する学生をいかにして生み出して行くか、実のある多様化をいかにして実現するか、いかにしてニュー・エリートを生み出して行くかということが主題であることは間違いありません。

- 1 大学院重点化の基本方針
- 2 それに伴う学部教育のカリキュラム改革の基本方針
- 3 大学院カリキュラムの改革基本方針
- 4 重点化前後の卒業単位数の変化
- 5 学部カリキュラムの評価方法
- 6 コアカリキュラムの議論の実情
- 7 学部教育と高等学校教育との継続性
- 8 工学部共通科目、共通教科書、共通試験の有無
- 9 大学科内での共通科目
- 10 各学科の基本科目
- 11 外国語教育の状況
- 12 人文、社会科学の必修科目の有無
- 13 体育、音楽等の科目の有無
- 14 卒業研究の存続と見直しの問題
- 15 学部教育と大学院教育の継続性
- 16 大学院入学試験科目
- 17 TAの活用方法
- 18 情報化教室の整備
- 19 創造性育成教育

図4 8大学工学部のカリキュラムに関する調査

- (i.) 均質的教育、マキシマム・リクアイメント(許された条件下で限られた自由度)、結果的には一律カリキュラム
- (ii.) 人材選別は大学入学試験で行い、その後の教育や大学院入学試験に人材選別の機能が少ない。
- (iii.) 教官の卒業研究の教育効果に対する過重な期待と、卒業研究が研究室における人材囲い込みの機能を果たしている現状
- (iv.) 学生の選択することに対する未成熟。市民としての自覚の欠如
- (v.) 教官の共通カリキュラム教育の意識が薄く、とすればカリキュラムから外れた独自の講義を行いがち。

図5 日本の現状と問題点

2.3 約束事項

当該懇談会の議論の過程で、図6に示す四つの約束をしました。例えば、きっかけは文部省につくって頂いたにしても、自分達で始めたことですから、自分達を拘束する。各大学の自治はもちろん尊重するけれども8大学が集まって議論したことはお互いに尊重し合い、拘束力を持ちましょうということですから大きな意味があると思います。また、工学教育カリキュラムを国際的に通用する形で表現することも大切ですが、2000年の歴史をもつ我が国においては、その形を国際社会に全く合致させる必要はないということであります。これも大事なことです。このような作業をするときに予算など国に保護を求める習性はこの際改めようではないか。基本的にローコストで実施する形を模索し、国民に大きな負担を強いるべきものではないということです。さらに、皮切りは8大学でスタートしましたが、他の国立大学や私立大学、公立大学にも加わって頂く。これは最初からの約束ですので、平成9年度においては、国立大学から2校、私立大学から4校、公立大学から1校参加頂いております。

- ① 今回のカリキュラムに関する検討は大学が自ら行う最初の試みであり、その結論は大学がある程度は拘束するべきものである。
- ② 今後国際社会をリードしていくためには、わが国独自の工学カリキュラムを持つべきである。すなわち、ある程度の国際基準との整合性は持つべきであるが、全て西側に追随する必要はない。
- ③ 予算、組織等から考えて実現可能な現実的な検討を考えるべきである。
- ④ 検討は8大学内だけでなく、国民に広く受け入れられるべきものである。

図6 約束事項

3. 将来に向けて

平成8年度にスタートした当該懇談会の名称の中には前述したように「コア・カリキュラム」という言葉が入っておりました。これは大学の先生の本能のようなもので、このような言葉が入っておりますと、コアとは一体何かということにどうしても目がいってしまい、コアの議論だけで終わってしまう可能性がありますので、専門教

育課のご指摘もあり、平成9年度からは、「工学における教育プログラムに関する検討懇談会」に名称を変更しております。この方が、我々の目的に近く、昨今の大きなパラダイムシフトの中で、工学の持っている大学のシェア、我が国の明治以来の立国の精神、教育の問題、科学技術に対する対応、現在の国の動き等々を大きくにらみながら対応をとっていき易いということです。

次に、今後議論を進めていく上で、工学に関連する言葉の定義(図7)を明確にしておかなければなりません。この中で非常に大事なことといたしまして、我が国の考え方が点数主義であったという反省が入っております。点数というのは、まさに成果、結果ですから、それで判定するのは間違いがないわけです。ただ、それでやっておりますと、今日のように非常に弾力性のない形になって、あるところまではそれでいいけれども、新しい問題に対応するようになってきますと、どうしても行き詰まってしまう。結果も大事だけれども、過程も少し頭に入れたらどうかということを工学の一つの大きな目的にしなければいけません。

工学とは？
人類共通の富の創造に向け、
常に変化する学問全体に亘って知識を創り、
統合し、応用する

工学研究とは？
人類世界に対する知識を発見するプロセス

工学教育とは？
技術者に必要な知的スキルと知識を与えること
知的スキルによって技術者は専門分野の諸知識を
関連づけ、統合する

図7 工学に関連する言葉の定義

それから、知的スキルということ 키워ドとして出しております。米国なんかではいろいろなことを言っております。例えばプレゼンテーションをする能力、あるいは、仲間をうまく構築できる能力、もちろん論文を書くのも能力のうちに入るでしょうし、実験を計画することも能力に入るでしょうし、場合によっては、うまくお金を配置することも能力の中に入る。人間としての素養も含めたいろいろな基本的な素養です。

結局は、大学設置基準の大綱化によって我々の自由設計の余地が拡大してきたわけですが、さりながら、中核の規制を失ったということは、短期的には弱点をさらけ出すことにもなります。やはり、我々の戦略は一体どうなのかというコンセンサスはあった方がいいと思います。コアという言い方もできるかもしれませんが、パラダイムという言い方もできるかもしれません。ですから、多分この作業というのは、これから8大学工学部並びに先

ほど申し上げました方々の御助力を得て、工学におけるニューパラダイムの体系化ということを頭に描きながら、その体系化の目指すところと、それを具体化するためのカリキュラムとは一体何であるかということを考えていくことになると思います。もちろん全く未知の分野ではありませんが、やはり多くの議論を要する分野であることは間違いないということです。

もう一つ非常に重要なことで、変えるのはなかなか大変かも知れませんが、結果の査定(図8)です。今まではどうしてもアウトプット尺度で、点数主義だった。最近心配しておりますが、一部の企業におかれましては点数、点数で、社員が仕事をするより点数をとる方が忙しい。そういうことでもって社員が本当にエンカレッジできるかどうかです。本当に若い方がエンカレッジしていくのは何であるか。彼らをどこに向かわせて、本当にいい形にするには、アウトプット方式ではなくて、アウトカム方式の社会にしていかなければならない。

かつて中国において秦という国が非常に厳しい点数制度を導入して、戦国の割拠していた国々を統一して帝国をつくりましたが、一代にしてつぶれてしまいました。その後にできた漢帝国は、おまえは勝手にやれよと言う帝国で、むしろ非常にプロセスを大事にした。その結果、漢帝国は大発展を遂げて、中国の今日の基礎を築いたわけです。やはりこういうときこそ本当の意味の知性、ア

ウトカム尺度でもって新しい評価をしていくことも必要ではないかと思います。

図8 結果の査定

著者紹介

架谷 昌信

1963年 名古屋大学工学部化学工学科卒業
1968年 名古屋大学大学院工学研究科博士課程修了
1978年 名古屋大学工学部教授
1993年 名古屋大学大学院教授
1994年 名古屋大学工学部長
現在 名古屋大学理工科学総合研究センター長

N 日工教ニュース

国際的に通用するエンジニア教育 検討委員会の発足

本誌7月号で報告した「国際的に通用するエンジニア教育検討準備委員会」懇談会の結果をふまえ、日工教は(株)日本工学会と連合し、36学協会、2大学協会、高専校長会、5技術者団体、経団連、7新聞社の関係者に加え、文部省、通産省、科学技術庁の関係課長等計102名の参加を得て、平成9年7月28日建築会館ホール(東京都港区芝5-26-20)において、標記委員会の設立総会を開催した。委員長に吉川弘之日工教会長、副委員長に大橋秀雄日工教常任理事及び内田盛也日本工学会副会長を選任し、あわせて下図に示す本委員会の組織及び業務を承認した。

本委員会は、わが国の工学教育の特徴を生かしながら、国際的に通用するエンジニア教育のアクレディテーションシステム(評価認定システム)を策定し、米国教育省公認のエンジニアリングプログラム認定機関(ABET)、或いは英国の専門技術者登録と大学エンジニアリングコースの認定を司っているEngineering Council (EC)といった

機関の定めたアクレディテーションシステムとの整合、調整及び相互承認協定等の業務推進ができる民間組織の創設準備を行う。