

工学における教育プログラムに関する検討委員会の活動

吉 田 郷 弘

(京都大学大学院工学研究科)

Report on activities of committee for the investigation on curriculum in Faculty of Engineering

Satohiro YOSHIDA

(Graduate School of Engineering, Kyoto University)

1. はじめに — 設置の背景

この十年来、世界の社会構造に急激な変化が生じつつある。これは政治的には1989年のいわゆる「冷戦時代の終焉」と、急速な情報化時代の到来が最大の原因と筆者は考えているが、激しいグローバリゼーションの波が世界の各国に押し寄せ、例えば世界的な規模で投機的な資金運用がなされ、アジアの経済危機がもたらされたことは記憶に新しいところである。また、世界的に大企業の合併・吸収が進んでいる。環境問題についても、炭酸ガス排出量削減の交渉に見られるように、世界全体での排出量が問題とされる。

このような社会構造の変化に対して、概して大学は対応が鈍い。これはこれで良いことであり、短期的な未来予測で大学の有り様が左右されるのは、本来の大学に科せられた使命を失うことに繋がる可能性がある。しかしながら、大学といえども社会の一構成組織であり、特に工学部は社会に密接な関係を持っている。理学の基本姿勢は「なぜ」を解明することにあるが、工学の基本姿勢は「社会に役立つものを作る」ことにある。従って工学教育は「社会に役立つものを作ることが出来る技術者の養成」が第一義であり、当然社会の要請に無関係な教育は有り得ない。ただし、工学教育は決して「明日から生産現場で働くことが出来る技術の涵養」を目指すものではない。現代技術は高度に進歩した自然科学を基礎としており、その修得なくして真の技術者たり得ない。また、「社会に役立つ」ことの意味は単なる現在の社会情勢によってのみ判断されるものではない。人類の将来を見通しての「役立つ」ことでなければならない。さらに「もの作り」には製品として目に見える「物」だけでなく無形のシステム構成のようなものも含まれる。

ところで、現在の日本の工学教育の実状はどうかと言うと、いくつかの私立大学では意欲的なカリキュラム改革が試みられてはいるものの、概して旧来の考え方に基づくものであり、社会構造の変化に対応出来ていないのではないかとの認識が工学部関係者の間で広まっている。そこで、全国の工学系学部を持つ国立主要8大学（北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学）工学部長会議において、工学教育を検討する委員会の設置が提案され、8大学工学部長懇談会の下部組織として、平成8年に名古屋大学を主幹大学とし、3ヶ年度にわたる活動を開始した。

2. 検討委員会の構成と活動内容の概要

この委員会の正式名称は発足当時「工学教育におけるコア・カリキュラムに関する検討委員会」であったが、委員の間での議論を経て平成9年度から「工学における教育プログラムに関する検討委員会」と改称された。以下では「検討委員会」と略称することにする。筆者は検討委員会発足時の京都大学工学部長であった曾我直弘教授から委嘱され、この検討委員会に委員として加わった者である。検討委員会の構成は当初、上記8大学の工学部と大阪大学基礎工学部より選出された委員からなっていたが、平成9年度からは国立大学から、金沢大学工学部、岡山大学工学部、公立大学から大阪府立大学工学部、私立大学から、早稲田大学理工学部、慶応義塾大学理工学部、芝浦工業大学工学

部、金沢工業大学工学部に所属する委員が加わった。

検討委員会の特徴として次の点が挙げられる。

- 1) 教育・研究の現場にある者が全国的な規模で、大学の自主性の下に工学教育に関する検討を行った初の委員会である。
- 2) 主要8大学工学部長会議での発議により設置されたものであり、少なくとも8大学では正式な委員会として認められている。すなわち単なる私的な勉強会ではない。
- 3) 国公立大学が参加している。すなわち大学の設置形態を限定していない。

実際の活動は平成8年11月から11年3月までの2年4ヶ月であったが、この間委員会の開催の他、各種関連文献調査、英米の関係者を講師として含むシンポジウムの開催（平成9年度1回、10年度5回）、海外大学における工学教育の実態調査、日本および外国主要大学に対するアンケート調査、検討概要を記したパンフレットの配布（3回）、各年度検討委員会報告書の刊行等を行った。なお、平成9年度から検討をより効果的に進めるため「工学教育プログラム」、「工学教育システム」、「工学教育プログラム評価」の3分科会を設置し、各委員はこれの何れかの分科会に属して検討を行い、検討結果を適宜全体検討委員会で報告して、意見調整を図った。

3. 検討内容

3.1 米国の改革

上述のように検討は3分科会において集中的に行われたが、分科会設置の前に、全体委員会で検討の基本的事項が議論された。そこでのベースになったのは米国における最近の工学教育改革である。そこで、上述のシンポジウムでの米国大学教授の講演を基に、以下簡単に米国の改革について紹介する。

米国では1957年のスプートニクショック以来、技術振興策が採られ、大学の理工学関係学部の充実が図られたが、これは研究に重点を置いたものであった。一方、米国には工学士の称号を授与できる教育課程を認証する ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) なる機関があり、ここで我が国の大学設置基準にあたる基準を決めていたが、1975年には Design 科目の設置を提唱している。この Design 科目については後に触れるが、学生に課題設定から最終結果を得るまで自主的に行わせる総合科目である。90年代になって、この ABET の基準が形式的で、かつ細かい規定のため大学の自主的なカリキュラム改革が実行し難いとの批判がおり、1995年に抜本的な基準見直しの骨子が発表され、各方面の意見を取り入れて2000年より実施することが決定された。この新基準は ABET2000と呼ばれている。ABET2000の基本的な思想は ABET が定める基準は8項目の大綱であり、その細目は各教育機関で定めるとするものである。ただし、工学士として認められる能力については、例えば“数学、科学、工学の知識を応用する能力”とか、“データを解析、解釈し、また実験を計画・実施する能力”などといった11項目が挙げられている。特に、強調されているのは、認証する為の評価を教育活動の内容ではなく、その結果学生がどれだけ設定された目標に近づいたかに重点を置くことである。これを「outcomes assessment」と呼んでいる。これまで ABET2000の設定に積極的な役割を果たした Rose-Hullmann 工科大学を初めとして、多くの大学で ABET2000に基づいたカリキュラムが試行されている。例えば、Northwestern 大学では、これまで1、2年次で個別に履修させていた数学、物理、計算機プログラム実習をまとめて「Engineering Analysis」とし、さらに「Engineering Design and Communication」と称する科目を併せて「Engineering First」なるプログラムを1996年より試行し、1998年度からは全新生の必修科目となった。特に力を入れているのが、後者の Design 科目で、これはチームを組んでの作業であるが、outcomes assessment のために、各学生に毎週レポートを e-mail で指導教授に提出させ、これを指導教授が評価するだけでなく、英語の教員が添削して返却している。また、課題設定は実際の工学的課題を選ばすために「client」から募集し、「client」の希望、要求を理解し、かつ「client」に満足してもらえる結果を出すために、適宜チーム内の討論に加え、「client」との打ち合わせを行う。「client」は最初のうちは学内の部局であるが、2年次では学外の企業に求めている。最後に、教授が出席する発表会が行われる。

ABET2000の目指すところをまとめれば、1) 個別の科目を教えることによる「Analysis」の能力を涵養することから、持てる知識を総合して実際の問題に適用できる「Synthesis」の能力を開発することに改める、2) チームで共同作業が出来る能力を養う、3) コミュニケーション（口頭と文章の双方による）能力の涵養、4) 自ら問題解決

に向かって課題設定を行い、これを実施する能力の涵養、を目的として、5) 常に学生の到達度をモニターしながら進める教育、といえよう。

米国の改革は参考にすべき点が多いが、例えばTA制度一つにしる、米国と比べて完備されていない日本の現状からして、そのまま移植することは出来ない。また、あまりに実際の応用を意識すると、きちんとした基礎学力の涵養がおろそかになる危惧もある、そこで本検討委員会では米国を初めとする諸外国の実態を参考にしつつ、現時点で実行可能な方策を探ることにした。

3. 2 報告書の概要

報告書としては、平成8、9、10の各年度における活動を8大学工学部長懇談会への報告とする報告書、3分科会の検討結果報告書、アンケート調査報告書、ならびに平成10年秋に仙台、福岡、大阪、札幌で開催されたシンポジウムの講演・討論記録が公表されている。これらの全てをまとめてここに記することは筆者の手に余るので、以下に8大学工学部長懇談会への報告書の項目と、3分科会検討結果の概要を紹介することで御了解いただきたい。

1) 平成8年度報告書の項目

- a) 8大学工学部のカリキュラムの現状についてのアンケートならびに名古屋大学委員による聞き取り調査のまとめ
- b) 工学教育にかかわるカリキュラムに関する外国文献

2) 平成9年度報告書の項目

- a) 第1分冊：9年度検討委員会および分科会での検討内容の概要。資料として平成10年2月名古屋大学において開催されたシンポジウムの講演・討論記録。
- b) 第2分冊：海外大学の工学教育実状調査報告
- c) 第3分冊：国内工学部系学部に対して行ったアンケート調査のまとめ

3) 平成10年度報告書の項目

- a) 3年間にわたる会議の実施年月日記録
- b) 平成11年3月東京工業大学において開催されたシンポジウムの講演・討論記録

この他、平成10年度には仙台、福岡、大阪、札幌で分科会主催のシンポジウムが開催されたが、それぞれの講演・討論の記録がまとめられており、また11年3月には各分科会の最終報告と海外大学に対するアンケート調査のまとめが公表された。

3. 3 分科会報告の概要

先述のように分科会は1) 教育プログラム、2) 教育システム、3) プログラム評価の3分科会である。以下に概要を紹介する。

3. 3. 1 教育プログラム分科会報告

まず、望ましい工学士像として以下の項目を挙げている。

- 1) 物質の創製、製品の設計・製造やシステムの構築に意欲を持っている。
- 2) 工学全般についての基礎的な知識と専攻した分野について専門的な知識およびスキルを持つ。
- 3) 広い視野に立って柔軟な思考ができる。
- 4) 地球的な規模での文化、歴史、社会を理解し、その中で自分のあり方について考察し、自分の見解を持ち、表明し、かつ行動する勇気を持っている。
- 5) 問題発見、設定、解析、応用などの総合化の能力がある。
- 6) 生涯にわたり、常に新しい知識・技能を身に付ける意欲をもつ。

これらはいわば理想化された工学士像であり、現実にはこれらの条件を満たさなくても卒業を認定することになるにしても、とにかく学生に勉学意欲が要求されることは間違いない。ところが、実態はかなり厳しく、欧米の学生に比べて勉学意欲が低いと考えている教員が多い。(アンケート調査) そこで、まずこの報告書では工学部学生として

の意識を植え付けるための「導入教育」の必要性を述べている。

この他、「教養教育」、「語学教育」、「専門基礎教育」、「Design科目」、「卒業研究」、「リカレント教育」を採りあげて、提言を行っているが、特にDesign科目の重要性を強調している。このDesign科目は先のNorthwestern大学の例のようなものだけでなく、各学年において、適切な方法が考えられるであろう。既に日本の大学でも幾つか試みられており、その実施例が紹介されている。「卒業研究」については、アンケート調査によると、日本の殆どの工学部系学部が必修科目としているが、これを神聖視するのではなく、Design科目との関連で再検討することを提言している。すなわち、卒業研究が果たしてきた役割の中、自ら主体的に実験を行うことなど、本来もっと低学年で身につけるべき内容があるのではないかと、さらに卒業研究が教員の研究補助としての役割を果たし、教育的な観点から欠如とは行かないまでも、重要視されていない傾向があるのではないかと問い掛けている。

3. 3. 2 システム分科会報告

本来は上のプログラム分科会の提言を受け、その実施のためのシステムを提言するのがこの分科会の役割であったが、分科会での検討が同時進行となったため、この報告書のかなりの部分がプログラム分科会で採り挙げている項目と重複したものとなっている。ここではシステムに関する重要な提言を紹介することにする。

まず、柔軟な工学教育を目指すために、学生が複数の大学での教育を受けられるように、3年次への編入制度の導入を提言している。これは4年一貫教育の思想と反するが、大学審議会の答申にある「入り難く、出易い」大学から「入り易く、出難い」大学への変換のためにも必要な措置であろうとしている。

次にセメスタ制の採用を提言している。これは、我が国では特に低学年の授業で採られている通年講義を廃止し、各学期ごとに授業を完結させる制度であり、短期間に集中した授業により教育効果が上がるとしている。また、この制度は多くの外国において採用されているから、学生の国際交流にも（留学生の受け入れ、日本人短期外国留学等）にも有効であろう。なお、関連して、教育の国際化のために、秋季入学制度の導入を提言している。

最後に優れた技術者を育成するためには、もっと教育投資がなされるべきであり、その観点から工学教育は修士課程も含めた一貫教育とする6年制工学大学で行うべきであり、4年制の大学は「工学専修大学」とするとの工学系高等教育制度についての抜本的な提言を行っている。

3. 3. 3 教育プログラム評価分科会

基本的にはABET2000と同様の思想で評価を行うことを提言している。幸い、検討委員会から配布されたパンフレットに点検・評価の項目が箇条書きにして記されているので、これを以下に転載させて戴く。

点検・評価の項目

(1) 教育目標と目的

- ・各大学の伝統、資源、卒業生の活躍分野、地域社会、学部教育と大学院教育の関連などを考慮して、各大学の特色を出す。
- ・卒業生が具備すべき一般（全般）的能力と各コースの専門分野の能力が、評価方法も考慮して、具体的に明示されている。
- ・目標や目的の構築にあたっては、社会的要請の変化に対応した柔軟性をもっている。

(2) 入学者選抜方法

- ・選抜方法の理念や具体的方法の明示と実施がされている。

(3) カリキュラム

- ・在学4年間を通じて、目標と目的が計画的に達成されるように設計され、学生への指導がなされている。

(4) 教育方法

- ・目標・目的を達成するための具体的教育方法の明示がされている。
- ・シラバスはカリキュラムの設計に基づき、各科目間の関連、教育内容と方法、評価方法の明示と共に、達成されるべき目標が示されている。
- ・不断の検討やフィードバックがなされ、質の向上がはかられている。

- ・学生の理解を助け、勉強意欲を増進させると共に、学生の要望に配慮がなされている。
- ・学生の資質、多様性、生活環境、過去の教育状況などが十分に分析され、教育に反映されている。
- ・教員の負担が適切である。

(5) 教育組織

- ・能力をもった十分な数の教員がいる。
- ・教員の再教育やリフレッシュ教育、および教員の流動性への配慮がされている。
- ・教育支援体制への取り組みが明示されている。
- ・FDが効果的に実施されている。
- ・教員の教育に関する貢献の評価がされている。
- ・カリキュラムの相互連携や教育改善・向上のための教員間ネットワーク組織が明示されている。

(6) 教育資源

- ・教育目的の達成に必要な設備の整備がされている。
- ・学生の理解や学習意欲の向上および学生の要望を考慮したシステムや設備が用意されている。

(7) 現状分析と達成度評価

- ・教育の目標・目的がどの程度達成されたかの分析がされている。
- ・判定・分析の恒常的作業の役割と実施組織が明示されている。

(8) 教育改善

- ・教育改善のための自己点検システムがあり、機能している。
- ・フィードバックシステムと教育改善の目標が提示されている。
- ・教育への社会的要請や学外的視点での改善などに対応できる学内外者による協議機関が設置され、機能している。

4. おわりに

以上に紹介した提言には多くの批判もあるであろう。実際シンポジウムで検討結果の中間報告を行った際に、幾つかの疑問が呈された。最終報告はこれらの討論を考慮して表現を変えたものもあるが、本質的な変更は加えなかった。これは賛否両論があると判断された場合は検討委員会の討論結果を、無理に変更するよりはこれを公表して大方の批判を仰ぐ方が良いと判断したためである。また、実行可能な提言をすとの趣旨で作業を始めたが、教育システムを考える上で、特に近い将来予想される「大学志願者全入時代」に対処するため、どうしても現行制度の抜本的な改正が必要との認識に到達し、制度改革を提言することとなった。

この検討委員会は最終報告書を公表したことで、その役割を終えたが、8大学工学部長会議では、検討委員会の提言を実施するための検討委員会—新工学教育プログラム実施検討委員会—を11年度より発足させた。この委員会は2年計画で、平成13年3月に成果報告書を公表する予定である。委員会を構成する大学学部は、これまでの「工学における教育プログラムに関する検討委員会」を構成していた大学学部と同じであるが、委員の一部交代はある。「新委員会」では、各大学における主に以下の項目の検討・実施についての情報交換と意見調整が図られることになろう。

- 1) アウトカムズアセスメントを基本とする自己評価システム（フィードバック型自己評価システム）の整備と一部実施
- 2) デザイン型科目の新計画策定とその実施
- 3) 工学教育プログラムの考え方の基準「21世紀に活躍できる工学技術者の育成の指針」（上記教育プログラム評価分科会の提案）に基づく新カリキュラム計画策定とその試行（専門分野別）

工学分野に限らず、教育には全ての国、時代に当てはまる unique solution はない。それぞれの実状に応じた適切な教育がなされるべきであるが、少なくとも、現実を直視し、真剣にあるべき姿を議論しなければならない時にきていることには異論はないであろう。「検討委員会」の報告がその契機となり、議論のたたき台となることを願っている。