

継続的改善に基づくエンジニアリング・エデュケーション・フォーX

宋 相 載

(平成13年10月25日)

Continuous Improvement of Engineering Education for X

Song Sang-Jae

(Received October 25, 2001)

Abstract

This paper focuses on examining and enhancing the engineering education system as a new strategy to stimulate development of remarkable improvement in the education programs that synthesize effective concepts and features of a futuristic education system. Some essential requirements are also proposed to enhance and guarantee the high-quality engineering education for Japanese private universities. In addition, this paper introduces not only the recent status of engineering education but also the newly proposed an effective engineering education solution for the extreme diversification of students' attributes. The important role of private universities and engineering education are discussed to lead to the creation of distinctive, attractive education systems.

1. はじめに

今、国家「百年の大計」と言われる学校教育が窮地に追い込まれ、その建て直しに向けた改革と新生を目指す取り組みが盛んである。教育全体の中でも最大の眼は、大学であり、大学の衰弱は日本の教育・産業全体の生産を引き下げる。特に、「科学技術創造立国」をめざす文教政策にけん引され〈平成11年度我が国の文教施策、文部省編、平成11年〉、一国の繁栄と豊かな社会建設の推進から、工学教育の建て直しが焦眉の急である。

学部教育のおよそ八割に当たる学生を抱えて(表1参照)、大半を学生の納付金に頼っている私立大学における工学教育は、大学間のメガコンペティション時代を迎えて、新たな活路が求められる。本小稿では、独自の知恵と自助努力のみが頼りで、新世紀に向けた工学教育の新たな可能性を自ら切り開いて行かねばならぬ私立大学教育にフォーカスを当て、教育の量的拡大と質的向上が両立できる方途について論究する。

表1 1996年度の私立大学現況

	日 本		アメリカ	
	国立	私立	公立	私立
年間予算	2兆2千億円	3兆7千億円	12兆6千億円	7兆4千億円
学生負担金	10.2%	67%	17%	39%
国の補助金	84.5%	8%	51%	18%
学生数の構成比	2%	76%	73%	27%
予算/学生1人	3百50万円	百60万円	2百50万円	4百5万円
工学系学部学生数 (全体の構成比)	144千人 (31%)	303千人 (66%)	583千人 (8%)	342千人 (3.6%)

(出典) 日本私立大学連盟の資料を参照
平成7年度学校基本調査報告書参照
Statistical Abstract of the US 1998, Digest of Education Statistics 1998を参照

2. 今教育改革はどこへ向かおうとする?

今から十数年前、博士後期課程に在籍していたころ、アメリカにいる同僚の影響を受け、専門とは別に、工学教育を副専攻として掲げ、諸外国における工学教育の実態調査や現状分析を行ってきた〈宋、日韓欧米における大学教育の現況と未来への展望、広工大研究紀要、第28巻、1994、167-181。／宋、工学教育のエクセレンスに向けた構想、工学教育、46-2、1998、pp.3-8〉。

* 広島工業大学工学部知的情報システム工学科

日本の現在の教育改革は、永年にわたり、誰もが同じく知る、感じる、考えることができる画一化された平等教育から、一人ひとりが個性を発揮し創造性を育む教育へと、いわばアメリカ型教育システムを手本にするところが多い。しかし、その動きはまださざ波にすぎず、大波に変えて行くためには、教育関係者の果敢な勇気と実行力が必要である。また、アメリカなど先進国では、小学校から高校まで基礎学力を飛躍的に向上させようという方向で教育改革が推進されている中〈石角、アメリカのスーパーエリート教育, The Japan Times, 2000年〉、日本では一層ゆとり教育や授業時間、学習内容を大きく削減する方向で教育改革が進められている〈朝日新聞, 2000年9月23日, p.13〉。

2.1 アメリカの教育改革小史

アメリカは、1957年、世界初めて、旧ソ連のスプートニック人工衛星打ち上げ成功、というショッキングなできごとがあつて以来、50年足らずで3回にわたる大教育改革が断行された。最初は、1957年スプートニック事件を契機に、これまでの平等教育を放棄し、「個人の能力には格差がある」ことを認め（現在、高校卒業後40%は大学2年生に進学）、個々人の能力や理解力に見合った繊細で多様な教育制度がスタートした。

また、諸外国に比べて遅れが著しい数学、理科など（1980年度教育発展国際調査では13歳の数学レベルは20カ国中14番目）の基礎学力の底上げを強調した1983年の政府報告書「A Nation at Risk: 危機に立つ国家」で、アメリカ教育制度に内在する問題が詳細に分析され、2度目の教育カリキュラム改組がなされた。

そして、1990年経済不振に直面したアメリカ産業経済の復活の方向付けを論じられた「Made in America」の報告書では、21世紀国家間の産業競争力の強化が重視され、1997年クリントン大統領は、新世紀の科学技術を支える基礎学力重視とネットワーク教育充実をはかる「21世紀に向けたアメリカ教育改革宣言」の中で、明確な教育目標を設定した。

ここ2-3年、ちまたでは、教育（大学）改革という標語が飛び交っている中、アメリカより四十数年出遅れた感じはあるが、個々人の学習能力に見合った教育制度に向けて、今こそが学内での検討と活発な議論が必要である。

2.2 アメリカの強みから何を学ぶ？

アメリカは、多民族国家でありながら愛国心が強く、あらゆる分野でグローバル・スタンダードの枠組を作り上げ、国内経済不振の中でも毎年2-3%台の継続的な経済成長を可能にする底力を持っている。その強みは、以下三つにまとめられる。

(1) 世界の優秀な若者が夢を持ってアメリカに集まり、世界一の高等教育を受けられる。また彼らには、能力に応じてアメリカ社会への活躍の場が与えられる。

(2) 失敗を恐れず、リスクを好んで大学を飛び出し新しい事業を興す旺盛な企業家精神がある。また、事業に失敗すればより多くのベンチャーキャピタルリスト達が彼らを勇気づける社会的包容力がある。さらに、勇気付けられた再挑戦者のうち一二の成功が、何万人、何百万人の雇用を新たに生み出す。

(3) 徹底した競争原理が人間社会や産業社会にインセンティブと活力を与え、絶えず技術イノベーションを押し進める。

3. 私立大学への手薄な支援策

3.1 大学の破綻は何をもたらすのか

以前から大学が学問と自己研鑽の場からエンターテイメント・パークと化したという指摘がなされる中、「計算ができない」理工系大学生〈岡部他2名編, 東洋経済新報社, 2001年〉、学校授業以外の勉強時間がアメリカの1/3、中国の1/5以下〈日経新聞, 2000年3月17日, p.38〉と、年々大学生の学力低下への懸念の声が高まっている。

一方、大学進学対象年齢層である18歳人口の減少が進む中、この10年間で私立・公立大学を合わせ140校（うち公立33校）〈平成12年度学校基本調査報告書, p.15〉が新設され、さらにこれからも三十校を超える建設計画が進んでいる。未来を見据え希望に満ちた将来計画とは言い難く、日本の工学教育の崩壊を示唆しているとの見方さえある〈宋, 次世代に向けた工学教育の理念と要件, 工学教育, 46-6, pp.16-19/日本経済新聞, 1998年5月3日, p.24〉。

大学の個性化、教育研究の多様化などをうたう文部行政は、細部は各大学の裁量に任せるとしながら、大学間の自由競争・自己責任に委ねる自由放任的な姿勢がうかがえる。公教育の一翼を担う私大における経費に対する補助金比率が1980年29.5%とピークをむかえてから、年々減り続け11%まで落ち込み、金額は永年横ばいが続いている〈平成12年度我が国の文教施策, p.206〉。

日本国の文教施策の中で、私立大学は日本国の教育研究の質・量両面にわたる発展に極めて重要な役割を担うとしながらも〈平成12年度我が国の文教施策, p.206〉、2000年度1年間、28校（公立6校、私立22校）が新設（増設は含まない）され、一方では1200校を越える大学・短大の3割にあたる大学が入学定員割れに直面し〈週刊朝日, 1999年10月15日号〉、なお、今春に入試を実施した私立493のうち定員割れとなったのは30%の149校〈読売新聞, 2001年10月17日, p.18〉、と大学本来の教育研究が保証されない事態が起きている。若者の学力低下が進んでいる日本にとっ

て、今求められる文教政策は、量的な拡大より質的な向上に重点をおくことである。社会がグローバル化し、複雑化する中で、これまで以上に優れた人材が多数必要になる。社会の科学技術に対する依存度も大幅に上がる。長期的に将来のトレンドを見据えて、各既存の大学が学生教育をきちんと保証でき、私立大学の役割を十分に果たせるよう、国立大との格差を解消する議論が、教育改革の目玉になってほしい。

3.2 社会から百批評あって一寄付なし

アメリカには以前から収入の一部を社会に還元、寄付するよい習慣がある。アメリカ経済勃興期に活躍したカーネギーやロックフェラー、J. P.モーガンといった偉大な企業家たちは、公益性が認められる教育・福祉・文化施設などへ数多くの慈善・寄付活動を行った〈岩淵潤子、億万長者の贈り物、美術館をつくった6人の物語、日本経済新聞社、1992〉。今でもカーネギーやロックフェラーと呼ばれるアメリカを代表する文化教育施設は、数多く残っている。マイクロソフト社のビルゲイツ会長は、アメリカ大学における教育施設のIT化を推進するため数十億ドルを大学に寄付することや、イリノイ州立大学には、企業家ベックマンが50億円の寄付金によって建設された建坪九千坪の巨大なベックマンホールがあり、アジアの中国でも、多くの大学に香港の映画監督、邵逸夫の寄付金による教育施設が多く見られる。特に精華大学の六千坪規模の図書館は彼が約22億円を寄付したと言われる。お隣韓国にも次世代半導体研究を推進するため、LGグループが某私立工科大学に50億円を寄付して建てられた教育・研究棟がある。学生一人の授業料が2万ドルもする多くのアメリカの私立大学は、予算のうち授業料が占める割合は25%にすぎず、大半は寄付金（平均的に十数%を占める）や外部調達の研究費が占める（東大の2000年度収入1.926億円の中、寄付金は6,381万円、全体の0.03%に過ぎない〈週刊東洋経済、2001年9月15日号〉）。アメリカの州立大学の場合も授業料の割合は15%に過ぎず、30%の州政府から補助を除いた残りは寄付金や研究費が占める。

一時期、日経平均株価が3万円台に迫った日本経済のバブルの全盛期、「大学教育の空洞化」が指摘される中〈日経ビジネス、1990年12月17日号〉、日本企業の豊富な資金は海外の不動産や絵画購入に流され、学校教育をよくしようとする慈善活動に目を向けた日本の企業家の美談が新聞を飾ることはなかった。もはや、大学の使命や役割は終わった、とバッシングとも見受けられる社会からの声には〈日経新聞、2000年10月29日、p.18〉、社会が自ら学校教育をよくしようとする行動力が見受けられなく、誠に残念に思えてならない（アメリカは税引き前利益の1.68%強を、

日本は0.3%を寄付〈日本開発銀行、調査、第153号、1991、p.152〉）。義務教育レベルにも達していない大学生が入学し、しっかり勉強しないのは大学教育が悪いと産業界、社会一般からあがっているが、大学の努力だけで解決される単純な問題でもないとされる〈長尾、日本の大学のあるべき姿、科学、2001年10月号、p.1288〉。

4. 工学教育の重要性とそのジレンマ

4.1 工学教育の重要性

アメリカ教育の先駆者、Benjamin Franklin は、1749年、彼の名著、Proposals Relating to the Education of Youth in Pennsylvania の中で、いち早く一国にとって工学教育の重要性を指摘しており〈Lorraine S. Pangle and Thomas L. Pangle, The Learning of Liberty, Univ. Press of Kansas, 1993, pp.85-86.〉、後にその重要性が再認識され、初代大統領 George Washington の議会によって、1794年アメリカのニューヨーク州に軍人教育の工学系スクールが初めて設立され、1821年になって Norwich 専門学校に広く一般人を対象とした工学コースが開設されるようになった〈Bordogna J., System Change for Engineering Education, Int. J. Engng. Ed., Vol.9, No.1, 1993, p.51〉。

1945年からアメリカ連邦政府による科学発展の奨励を目指した「科学—限りなきフロンティア」報告書が出され、一層、大学の工学基礎研究の重要性が増していった〈学術月報、Vol.47, No.7, 1994, pp.38-41〉。

80年代後半、アメリカ産業経済の復活を苦慮した「Made in America」の報告書で、産業経済の究極的資源は人であり、一国工業のより一層の展開をはかるためには、理工系人材の育成が最も重要である、との指摘もある〈Michael L. Dertouzos et al., Made in America. The MIT Press/ 依田直也訳、Made in America, 1990, 草思社、p.51〉。

また、「ゼロサム社会」や「大接戦」などのベストセラー一本で知られる MIT の Sloan 経営大学院教授レスター・C・サローは、“In the twenty-first century, the education and skills of the work force will end up being the dominant competition weapon. (21世紀には職人の教育と技術が最も重要な競争要因になる)”と21世紀における教育と技術の重要性を指摘した〈Lester Thurow, Head to Head: The Coming Economic Battle among Japan, Europe and America, Allen&Unwin, 1992, p.40〉。

国内からも、日本学術会議の工学教育小委員会と日本工学アカデミーによる工学教育の振興に関する調査研究が報告され、工学教育の改革の必要性和緊急性が指摘された〈明日を支える人材育成と体制整備、日本工学アカデミー、平成2年5月〉。なお、十年前、社会の新しい秩序の構築

に立ち向かう工学教育の充実と改革を訴えるものや高度で成熟化した現代社会において、大学教育、特に工学教育は、創造性に富んだ次世代の人材を育成し、社会や世界へ貢献できる高度な科学技術・基礎研究の推進から極めて重要であるとの認識さえある（佐藤豪，大学のあるべき姿を考える，三田評論，平成3年5月，pp.18-26）。また，最近では，グローバル時代の流れの中，工学教育を国際的相互認定の可能性も高めようという声が世界的に高まっている（日経新聞，1996年7月13日，p.10/日本機械学会，Vol.98，No.923，1995，10，pp.834-839）。

第6代アメリカ大統領，アダムスの孫で，ハーヴァード大学の歴史学者であると同時に作家でもある Henry Adams (1838-1918) は，“A teacher affects eternity; he can never tell where his influence stops.” —The Education of Henry Adams—と教育の重要性を強調し，また日本の工学の父とも言われる山尾庸三先生は，「工学無くも人を作れば，其人工学を見出すべし」と工学教育の大切さを語った。

4.2 工学教育の実態

英国経済の長期的衰退は，日米と比較した時の教育の軽視，特に今世紀初頭からの工学・技術教育の軽視の結果であるとの指摘もあるが（日本経済新聞，平成5年3月8日，p.21），日本の場合，全入学者数に占める工学部在学学生数の割合も，昭和33年に13.5%（11.7%：修士課程）から着実に伸びて，昭和40年（昭和37年）には20%台を超え，理工系離れが指摘され始めた平成5年にも20.1%（49.2%）を維持している（戦後30年学校教育統計総覧，1980，ぎょうせい/文部統計要覧，平成7年，文部省）。

ところが，1992年度各国の全学位取得者数対工学分野で学位を取得した人の割合は，OECD 先進国の平均値14.7%に対し，アメリカ：8.1%，デンマーク：16.6%，ドイツ：22.2%，イギリス：15.2%，日本の21.6%と，工業技術の国際競争力が強い国ほど工学教育への関心度は高くなっていることが分かる（Education at a Glance, OECD Indicators, OECD, 1995, p.222）。しかし，その数字が，必ずしもその国における工学教育の優劣性を表すのではなく，アメリカのようにエンジニアの高等教育を受けた全体の約8%の人によって，毎年3～4%台の経済成長が可能なのは，工学教育の質的レベルの高さと理工系の学士のうち博士課程に進む割合が日本の5%に対し，欧米の15-30%と極端に高いところに一因があると考えられる（宋，グローバル時代における工学教育の高揚を目指して，工学教育，46-1，1998年，pp.2-7）。

5. 教育改善の効果的なアプローチ

5.1 正規の授業の総点検からリエンジニアリング

いち早く，チャーチルは，“The farther backward you can look, the farther forward you are likely to see.（我々はより遠くの歴史を知ることによって，遥かに遠くの未来を予測することができる）”と言いつつ残したように，未来の教育像を構想するためには，過去と現在の教育実態を知ることが重要である。

学生一人ひとりの基礎学力低下と学習能力の格差が著しい多人数教育に強いられている多くの私立大学では，教育改善を考えると，新しい制度の導入に目が向けられる場合が多い（例えば，清成，21世紀私立大学の挑戦，法政大学出版，2001年）。しかし，学生指導の内容が大学という垣根を越えて広がりを見せている今，限られた時間の中，一定の教育・研究成果を上げながら学生一人ひとりの手厚い面倒をみるのは，教育研究の両面から成果が乏しい。教育メニューだけがが増えて，教育者の心の余裕が持てなければ，真心で学生と向き合うことができる教育現場は訪れない。新しい制度の導入に先立って，現有の教育内容，例えば，卒業研究指導，講義と体験学習と多様な授業形態，正規の授業改善，チューター制度などについて再考し，教育方法を強化した方が合理的な問題解決につながる。

5.2 One Shot 型から On Going 的な問題解決へ

私立大学を取り巻く環境が年々厳しく変化する中，多人数教育を質的に保証できる将来に向けた教育改善策を考える場合，一回限りの One Shot 型ではなく，継続的改善に基づく On Going 的な問題解決が威力を発揮する。大学という性格上，拙速より確実を重視し，最初から完成度の高く全員の納得が得られる改善策をまとめることは，一点の陰も許さない慎重さに拘り長時間に渡る議論を要する場合が多く，いざ実行しようとしても，時代遅れになってしまう。今日の最善策も明日の保証ができないスピーディでダイナミックな環境変化を考慮すれば，多少の陰部分があっても，陽当たりの部分が大きければ実行に移し，その結果を見て継続的に一歩前進を計れる姿勢・気持ちへの転換が，大学の競争優位を占める得策といえる。

5.3 Education Design For X (EDFX) ツール

私立大学が掲げる独得な教育問題は，社会情勢の動態的变化と文教施策のはざまで，多岐にわたって大変複雑に絡んでいる。その諸問題を体系的に究明し，効果的な問題解決をはかり，教育の概念と方法論を再構築する技法として“設計原理”が提案されている（Nam P. Suh, The Principles of Design, Oxford Univ. Press, 1990）。

本稿では，教育制度，授業形態の固定化をかんがみ，全学の教育資源を個々の学生に応じて柔軟に活用できる教育

改善ツールとして、EDFX の概念を提唱する。図1で示すように、工学教育の真髄は人工的なモノを創生する“設計”にあると考え、システムや制度、組織のリデザインを可能にする設計原理・公理や基本プロセスの確立が教育改善に効果をもたらす。

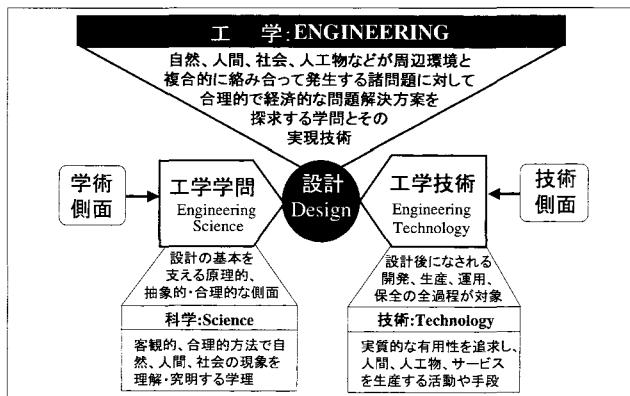


図1 工学教育の概念的定義

6. 工学教育の継続的改善に向けて一本学を中心に

今後、国際的にも通用する研究重点の大学教育、専門性を持った教養人を育てる工学教育、実務能力を養う大学教育を目指して、良質な工学教育を制度的に保証していくための要件として、以下幾つかを考えてみる。

6.1 X=層の厚い多人数教育

本学をはじめ、私立大学の工学教育を考える際、最大の関心事は、やはり学力レベル差が著しい多くの学生を相手に、授業の中で方向を探しながら目標を導き出し、その目標を実現するための学習意欲や向学心をどう引き立てるかに集中するであろう。百人を越す授業形態では、全人教育はそもそも無理があり、大半を占める見劣りのある学生をきちんと責任持って教育することが、今私立大学に求められている(大学未来問題研究会, 大予測10年後の大学, 東洋経済新報社, 2001年)。

(対策1) ゼミ所属を早期化する

卒業研究指導だけでなく、学校生活全般について心配り、学習支援、就職指導、先輩と後輩のつながりの中で逞しさを磨く、など事欠かず数え切れないほど潜在的な教育効果が期待される。ゼミ室のキャパシティーや所属ゼミの決定プロセスなど、多少の困難はつくものの、私立大学の工学教育を救う一策として効果は大きい。1年生は現のチューター制度を併用し、2年生からゼミに配属させ、できる学生は先に行かせる教育、自信喪失の学生には自信を取り戻せる教育、教育者の創意工夫が試されるよい場となる。大学2年生から大学院生までが、連帯感を持って時には楽しく、時には真剣に向き合えば、大学に若者の活力

が蘇ってくるような気がする。

(対策2) 学習支援は待ったなし

対策1と合わせて、必要なとき、好きなだけに工学基礎科目の授業が受けられる教育メニューを用意することである。正規の授業とは切り離して、学習塾のような形式で、数学や英語、情報、国語など工学教育・研究の根幹をなす基礎科目について、興味を持たせる学習支援の場がなければ、積み重ねと連続性が重視される工学教育の成果は乏しい。私立大学の場合、研究と教育指導の両面から質的保証を考えれば、これ以上の教員負担増は得策ではない。アメリカの試験問題作成機関 ETS のように定年退職された教育経験豊かな人の登用やTA、他に外部の人力に頼るのもよし、要は“Chance favors the prepared mind”と言えよう。

アメリカを始め世界のいくつかの大学で既に実施している、夏と冬(春)の休業期間中に、単位履修が困難で、基礎学力の見劣る生徒を対象にサマースクールとウィンタースクールのような補充授業(別途補講料を徴収する制度)を開講することも提案されている(宋, ユニバーシティー・エクセレンスに向けた構想, 広工大研究紀要, 31巻, 1997年, pp.273-288)。アメリカでは優秀な学生が、サマースクールを利用して、不得意な科目を履修しておいて、正規の授業にゆとりを持たせる学生も多く見られる。

6.2 X=確かな専門教育

大学の教育改革を考える際、入口と教育中身、そして就職の出口に分けて論じる場合が多い。入口では、できるだけ可能性のある学生には、学びのチャンスを多く与えるようにし(アメリカのハーヴァード大学では、1996年度1万3千6百人の志願者に対し、2,170名に合格通知、1,599名が入学一定員の1.4倍)、受け入れた学生には、確かな専門性を身につけさせ、産業社会で一躍を担えるような教育こそが、大学間大競争に勝ち残っていく最善の道である。

(対策1) 多様な授業形態

大半の学生が授業に興味を持たず、今日の授業が判らないと明日の授業内容にはついて行けない授業の連続性が要求される工学教育を質的に保証するためには、理論中心の講義と演習を一つの授業時間の中でどう織りまぜるかが重要である。いろいろと講義を工夫しても、まるで壁に向かって話をしているようだとと言われる中(科学, 2001年10月号, p.1288), 90分の授業時間(諸外国では50分授業が多い)と同じ科目を週2回実施し2単位を認定)で従来の受動的な講義形式によって、工学的諸問題の合理的・経済的解決法を教授することは、限界を感じる。

情報化された教室環境で専門教育の充実が叫ばれている今、従来の受動的な講義形式の中に、その場で学んだこと

をその場で実習ができる多様な授業形態を取り入れ、「あきない」「習って楽しい」「自分のペースにあった学習ができる」など“学生参加型の双方向教育”へと授業改善が求められる。

(対策2) 繰り返しが効く教育プログラム

諸外国における工学専門教育の授業は、50分授業を週2回繰り返し実施することで、教員と学生は程良い緊張感を持てる、学習内容が手ごろであり学習ポイントを絞れる、忘れる頃もう一度記憶を取り戻せる、などメリットは計り知れない。また、教育内容の連続性が必要な場合は、必要に応じて2回の授業をまとめて90分授業にすることも可能である。さらに、専門教育の高度化・複雑化が進む中、教える内容を厳選し大事なことは繰り返して、まずは大半の学生が興味を持てるように教育方法を改善することである。それによって、授業内容は大幅に削減される可能性すらあるが、分からなければ興味が持てない、興味がなければ自らの学習意欲もわかない。一歩先の教育を求める学生は、次節で取り上げるインセンティブを与える教育と同時に、6.1節で提案したゼミの早期化によってある程度ニーズに答えることができる。

6.3 X=インセンティブによる活性化

日本の教育システムの中には、教員と学生にインセンティブの不在が教育パフォーマンスを高める上で大きなネックとなっている。先人の知恵だが、「大学関係者は、大学が我々に何をしてしてくれるのかを問う前に、我々が大学のため何ができるのか」を問う姿勢の転換が肝要である。日本の解決を急ぐ先端研究の中には、資金を掛けなくてもできる研究課題がまだ多く残っている。高価な研究設備を要する場合は、用途について二重三重の工夫を見せて研究成果を上げ、これから到来する私大乱立時代に立ち向かって行けるよう、互いことを尊重し合い信頼感を取り戻し、気持ちを一丸とすることが教育の現場に求められる。

大学により高い教育内容を求め自己研鑽に励む学生には、一歩先を行かせる教育制度が必要である。アメリカのように、一人を育てれば何万人、何十万人の雇用を生み出せる能力ある学生には、全学の教育資源を個々の学生に応じて、固定化された教育プログラムではなく、上級学年の授業を受けさせ、試験に合格すれば単位を認めることや、その延長で早期卒業も可能になるように動機付けを与える。あるいは学部の学生にも、大学院授業を受けられるようにするなど、教育プログラムの弾力的かつ柔軟な運用が、学びの場に活性化をもたらす。

6.4 X=工学教育の個性化

人文社会学と比較して工学教育の優位性を保つためには、人工物の設計や客観性・論理性・最適性を追求する数学、コンピュータの応用技術が欠かせない。

(対策1) 工学設計教育の強化

日本では「設計」と言えば、設計図面を想像しがちだが、本来「設計」とは、ソフトウェア、システム、制度、組織、工業製品などの人工物を自然科学の知識を利用して具現化する一連のプロセスと考えられる (Nam P. Shu, *The Principles of Design*, Oxford Univ. Press, 1990)。さらに、設計で行う諸意思決定が、下流でなされる人工物の計画、管理、運用、メンテナンスに与える影響は70%~90%にいたると指摘する声もある (Hamid R. Parsaei, et al., *Concurrent Engineering*, Chapman & Hall, p.3, 1993)。図1で示すように、工学的設計はサイエンスとテクノロジーの両分野を結びつけ、実世界の複雑な問題について合理的かつ経済的な問題解決をはかる総合的な学問である。設計教育の強化によって、次のような能力が育める。

- ◆工学技術の実行能力 (設計, 開発, 創案, 適用)
- ◆社会経済的アプローチ能力 (環境, 法, 経営, 経済)
- ◆工学的アプローチ能力 (合理性, 客観性, 論理性, 体型的性, 最適性)
- ◆企画と実践能力 (判断力, 組織力, 洞察力)
- ◆倫理意識, 社会公益性, 協同心

(対策2) マージャンより面白くカラオケより楽しい数学教育

理工系の学生であればできて当然な数学問題を、「～ができない大学生」と、ショッキングな話題が世間を騒がす中、エンジニアにとって、数学は欠くことができない必須の科目である。しかし、数学は美しい“言葉”であるとされながら、なぜここまで数学が嫌われものになったのか、事態は深刻である。マージャンより面白くカラオケより楽しい数学教育を実現するためには、まず6.2節で取り上げたように、教える内容を学科専門内容に合わせて限定することである。機械や建設で最低限必要とされる数学レベルと情報関連学科に要求される数学内容は必ずしも一致しない。

そして、例えば“1次独立”とは「なにか?」を教える教育から「なぜ必要か?」が判る教育に発想を変えることが重要である。その教育こそが、学習の動機付けと同時に応用力を向上させる最高の授業法であると言える。しかし、国内では「なぜ必要か?」を重視した数学授業は、学生時代の体験からかんがみて、ほとんど受けたことがない。工学系の数学は、独特な記号や数字に頼る授業スタイルから、実世界の応用例を適宜取り上げながら数学が身近なものに感じられ、「使える」数学にしていくこと

が肝要である。

6.5 X=ネットワーク対応型教育

教育の基本は人間と人間とのコミュニケーションにある。ただ、マルチメディアの導入が大学で今後急速に浸透するにつれ、衛星を使った双方向性の教育システムが現在の工学教育の一部を補うことと期待される。もう既に96年から国立24大学がインターネットを利用したバーチャル(デジタル)スクールによる講義やテレビ会議を行うプログラムが始まっている。しかし、学校教育や家庭教育、そして社会教育は人との出会いこそが教育の原点であり、その出会いの場における教員と学生の触れ合いは、学生の将来性や人生観まで大きく変えてしまう例は数多く見られる。ネットワーク型教育は、新世紀の成熟した資本主義社会に向け、学校や学年の垣根を越え、社会人や主婦、高齢者などを対象とした様々な生涯学習、リフレッシュ教育に威力発揮が期待される。

(対策) いつでもどこでも学習支援

インターネット上でWEB教材を作成し、いつでもどこでも学生は好きなとき適宜学習・自習用の教材を得ることができるように大学全体で教育支援情報システムの導入が期待される。出欠席の把握と集計が容易で、デジタル教材の公開が簡単で、レポート受理や授業アンケート、学生呼び出しなどができる、コンテンツの雛型をつくり学内でどなたでも簡単に利用できるデジタル・キャンパスの推進が切望される。

6.6 X=教育と研究の調和

大学教育・研究の国際的な優位性を維持・推進するには、学生から多大の信頼が得られる教育内容と学史に残る地道な研究が欠かせない。少なくとも学生側のニーズに応じた柔軟なカリキュラムを工夫し、現実の社会問題への興味を喚起し、少人数教育による思考プロセスを培って、社会の変化に順応できる高級エンジニア育成が急務である。人口の過半数が進学するようになる新世紀に向けて、研究を「隠れみの」にして教育を手抜きにすると指摘もあるが(日経新聞, 1996年6月24日, p.25)、さらに深刻なのはその逆の場合であろう。学生を勉強させる動機付けを与え、進学・卒業を厳しく制限し、大学で熱心に勉強した者が就職活動で優位に立つ雇用慣行が伴えば、工学教育の質的向上は十分期待できる。しかし、諸外国と肩を並べられ

る世界級の研究が前提にならなければ、各国間で工学教育の同等生を相互に承認・評価する世界の潮流に乗り遅れることになりかねない。

日本では、学問間の高い垣根が知的活動の相乗効果を薄めている。最近、ベンチャー養成、産学連携、など、実学に基づいた工学教育を訴えるものが多い。しかし、実社会にすぐ役立つ研究や教育を優先させることは、ノーベル賞に匹敵する研究の芽を潰すことにもなりうる。大学における工学教育研究の本来の役目を考えれば、工学史に残る理論研究とその成果を実社会に結びつけていく応用研究間のバランス維持が重要である。人々の行動や社会、自然界の中の様々な現象をどう見るか、その裏に隠れた法則は何か、一つの現象と他の現象との関係はどうなっているかなどを、理論的かつ体系的に理解しようとする研究者の姿勢をもっと大切にすべきである。本来科学に実社会への応用という動機は小さいが、長い目でみれば科学は実社会に大きく貢献するという視点の転換が求められる。

7. おわりに

本小稿では、いま私立大学の工学教育に突きつけられている相克する二つの難問、すなわち、世界に冠たる教育・研究レベルの質的向上並びに学生の基礎学力と資質の低下、に焦点を当て、この二律背反的な要素の両立を目指す一つの構想について論究した。以前から、世界多数の国は、自国の繁栄と豊かな社会建設の推進から、グローバル時代における国家間の競争力を強化するため、教育改革の最優先を表明している(例えば、読売新聞, 1997年2月6日, p.1, /日経新聞, 1997年12月28日, p.22)。工学教育の継続的な改善に向けた提案には、どれも実行には多少の問題はある。しかし、その方向へ近づいて行かない限り、三宅のキャンパスに学生の笑い声と明かりが訪れることはない。

〈追悼〉

在職中は本学をこよなく愛し、経営工学分野における教育研究はもとより、学術振興・技術発展に尽力された故永井 義孝先生と故林 秀生先生には、本学赴任以来ご指導・ご鞭撻を賜り深く感謝し、工学教育分析の拙い本論文を捧げて哀悼の意を表し、御霊の安からんことを念じ、衷心よりご冥福を祈念申し上げます。合掌