21世紀の工学系大学院教育の哲学

Philosophy of Engineering Education at Graduate School in 21st Century

武田 邦彦^{※1, ※2} 棚橋 満^{※1}
Kunihiko TAKEDA Mitsuru TANAHASHI

The reasons for going on to graduate school in the engineering field were summarized as a preliminary survey in considering the philosophy of engineering education at a graduate school level in the 21st century. More practical reasons were listed up than the reasons given by high school students who want to go on to vocational school. This does not conflict with the qualitative information based on the comments of university students and the judgment obtained through the daily experience of teachers. The purpose of education described in the fundamental education laws such as the fundamental law of education and the school foundation law was closely examined and the functions of various schools in Japan were summarized. Successively, the purpose and history of engineering education around the world were surveyed and their influence on developing countries and the three failures caused in developed countries in various stages were discussed. Also, apprehension regarding the future of the development of engineering was discussed. Three items as a conclusion of this article are shown based on the above discussions. The first is that the purpose of engineering education should focus on individuals. The second is that engineering education should change to a new field and the third is that a new relationship between graduate schools and society should be constructed. The above policies are indispensable for the progress of engineering education at graduate schools in the 21st century.

Keywords : Engineering Education, Graduate School, Curriculum, Law, Effect of Education

キーワード：工学教育，大学院，カリキュラム，法律，教育効果

1. 進学理由と教育目的

1. 1 学生はなぜ大学院に行くのか？

統計的なデータは定量的・客観的であるので、判断の根拠を先入観などに陥る危険性を排除するのに役立つが、それと並行して個別の談話などもその選択基準を慎重にすれば、情報としてある価値を持っている。学生はなぜ大学院に行くのか？という設問に対して一人の大学3年生がインターネットで紹介している談話を示す。「将来の進路について真剣に考えなくてはならない時期であるが、自分はまだ漠然と大学院に進学できたらいいと考えているだけで、それに向けてのアクションに移ることは至っていない。どうして大学院に進みたいのか、大学院で何を研究したいのか、明確なビジョンがまだ見えてこないのである。進学を希望するもっとも大きな理由は、もっと専門分野の学問を追究し最新の研究に触れてみたいというポジティ

ブなものであるが、学部卒ではなかなか希望するところに就職するのが難しいからというネガティブな面もあることは否定できない。」

大学3年生としては良くまとまった感想と思われる。次に最近の大学院についての専門家の論評を紹介する。

「かつては、大学院というと、大学教員をはじめとする研究者養成の場といったイメージがあった。けれども、最近の大学院は、それだけではなく、企業への就職をめざす人を対象とした高い専門性をもつ職業人育成の機能、あるいは、いったん社会に出た人が必要に応じて学習し直すリカレント教育の機能など、バラエティーに富んだ学びの場になっている。それに伴って、新しいタイプの大学院も続々と登場している。たとえば、連携大学院。……」

この専門家の論評は、1990年代から始まった大学院教育に関する日本の議論の代表的なものとして捉えることができよう。研究者養成としての大学院が高度職業人教育とリカレント教育へとその重点を移していくことも多くの教育関係者が認識しているところである。この2つの文は特にどのような立場の人がどのような意味で記述したかについては記録しないこととし

平成16年1月19日受付

※1名古屋大学大学院工学研究科マテリアル理工学専攻
材料工学分野

※2名古屋大学高等研究院

たい。現在の大学院に対する一般的な学生と専門家の認識を定性的に示したものととして掲載した。

次に、大学院進学についての統計的な数値を示す。大学および大学院への進学理由についてはさまざまな調査が行われているが、ここでは河合塾¹⁾と早稲田大学(早稲田大学のホームページを参照)の資料が比較的良くまとまっており、アンケートの質問事項も総括的であることから、それらの資料に基づいて整理した。また参考までに専門学校の入学理由についても同時に表1に掲載した²⁾。なお、質問事項の表現が僅かに異なっている場合、内容が類似しているものについては可能な限り回答の趣旨が活かされるように区分を調整した。

表1ではアンケートの質問順序を専門学校の回答の多い順にした。これは高等学校から専門学校に進む生徒は一般的に現実的で具体的な目的をもって専門学校に入ることが多いと考えられているからである。専門学校への進学は「技術や資格」が第一で志望理由の3分の1を占める。次に就職、学力、専門などを合わせて4分の1程度であり、残りの進学理由はやや曖昧かもしくは積極的な理由ではない。つまり専門学校に進学する理由は、社会で広く認識されている通り「直接的に技術や資格を身につける」ことであり、それらの項目の回答の合計が目的をもって専門学校に進むという意味での「積極的進学理由」の大半を占める。

これに対して大学に進学する生徒の年齢は、専門学校に進む生徒とほぼ同一であるにもかかわらず、進学理由は大きく異なる。すなわち、専門知識を得ること、技術や資格を取ること、教養を身につけること、自分の可能性や人間関係に期待すること、の4つの内容を持つ回答がほぼ等分である。特に、「教養」、「自己の可能性」、そして「人間関係」などの項目が積極的理由の約半分を占めることに注目しなければならないと考えられる。大学へ進学を希望する青年は、大学を学問を学ぶと共に、人間形成の場として期待していることが理解される。

次に、大学院への進学理由は専門知識を得ること

を目的にしている学生が約半分あり、それに学力、博士号取得などを加えると大学院に行く目的は「専門的技能を身につけること」としてよいことがわかる。専門的技能を身につけるという進学理由が、職業などと具体的に強く関係しているとするなら、大学院の進学理由は大学進学のそれより明確に実務的であり、専門学校の進学理由よりもさらにその傾向が強いと結論される。

このアンケートの結果と最初に掲載した個別の談話、および著者ら多くの高等教育関係者がその経験で知り得た進学理由を考え合わせると、これらの3種類の情報は相互に矛盾がないと考えられる。すなわち、現代の日本における大学院への進学理由はより高度な専門知識や技能を身につけ、それを有効に社会で活かすこととして良いだろう。そして最近、創立されている専門大学院はこのような進学希望の傾向や社会の期待に沿っているものと考えられる。

1. 2 大学院教育の目的の制限

21世紀の工学系大学院の教育を考察する前に、大学に付属する大学院は教育基本法および学校教育法に基づいて設置されていることから、ここで大学院の教育目的に該当する箇所を確認しておきたい。まず、教育基本法では教育の目的がその第一条に明示されている³⁾。

「第一条 (教育の目的)」

教育は、人格の完成をめざし、平和的な国家及び社会の形成者として、真理と正義を愛し、個人の価値をたつとび、勤労と責任を重んじ、自主的精神に満ちた心身ともに健康な国民の育成を期して行わなければならない。」

すなわち、教育の一義的な目的は「人格の完成」であり、国家や社会の一員としては「平和的な環境の形成者」となることが期待され、そのために、1) 真理と正義を愛し、2) 個人の価値を尊び、3) 勤労と責任を重んじ、4) 自主的精神に満ちた、5) 心身共に健康な国民の育成、を期するとされる。

次に、学校教育法では第五章に大学の条文があり、

表1 大学院、大学、および専門学校の志望理由

項 目	専門学校	大 学	大 学 院	
			%	大学院理由特記
技術や資格を身につけたいから	34	17	5	博士号取得
すぐ社会に出たくなかったから	13	3	3	
就職に有利だから	13	8	11	
希望する大学・短大に入れそうになかったから	12	0	0	
教養を身につけたかったから	8	17	6	希望の研究
学力、適性などを考えて	6	0	26	研究者志望
専門知識を得たい	5	22	43	専門を深く
家族、知人のすすめで	5	2	0	
先生、学校のすすめで	3	2	0	
友人、先輩のすすめで	1	1	0	
自分の可能性を探りたい	0	14	0	
人間関係を広げたい	0	11	3	
何となく	0	3	3	
合 計	100	100	100	

その中に大学と大学院の記述がある。大学院が独立した章にないのは、新制大学院が昭和24年に設置されたが、その時の認識では大学院は大学の中に存在するというものであったことを示している。また専門大学院設置に関して学校教育法が一部改正されたが、大学院条文が記載された章は変更されていない。学校教育法に示す大学と大学院の教育目的を確認するために、その第五章第五十二条と第六十五条を示した。

「第五章 大学

第五十二条 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、道德的及び応用的能力を展開させることを目的とする。

第六十五条 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。」

第五十二条の著しい特徴は、大学を教育機関として定義していないことである。このことは学校教育法における小学校、中学校、及び高等学校の目的とは異なる。第四十一条には高等学校の目的として、

「高等学校は、中学校における教育の基盤の上に、心身の発達に応じて、高等普通教育及び専門教育を施すことを目的とする。」

とされている。

このように高等学校などが明確に教育を主務とすることを明記しているのに対して、1) 大学はその活動の対象者を限定していない、2) 活動は、「専門の学芸を教授研究すること」と、「能力を展開させること」としている。すなわち大学は社会における学術の中心であり、その構成員たる学生や関係教員、社会に対して広く知識を授け、自らは能動的に教授研究し、能力を展開することであり、学生の教育は大学教育の一部であることが理解される。このことは現代の大学でも忠実に遵守されていると考えられる。

さらに第六十五条では、大学院の目標として、1) 学術の理論及び応用を教授研究し、2) その深奥を極め、それによって、3) 文化の進展に寄与するとされ、少なくとも表面的には学生の教育は明示されていない。法律として規定された活動内容の中で学術の深奥を極めるという表現は紛れが少ないが、文化の進展に寄与するという内容はやや不明確である。それは「文化」という用語の定義が困難で、「日本文化」、「江戸の下町文化」、「イスラム文化」など地理的、歴史的な区分で定義される文化と、「おたく文化」に代表されるように特性の集団を構成する人を基準にして定義された文化や、さらには「食文化」のように人の活動の種類によって定義するものなどがある（フリー百科事典「ウィキペディア (Wikipedia)」が記載されているウェブを参考とした）。総じて言えば、文化とは物質的な進歩より精神的に進歩した状態を指しているもの

と考えられ、「文化の進展に寄与」するための工学系大学院の活動は、物質の進歩そのものよりも物質などが供給されたことによって二次的に生じる文化の進展に注目するべきであることを示しているといえよう。

なお、法学などにおける法律の条文解釈は立法としての経過や解釈の詳細について考慮するのが普通であるが、本論では法律に示された文章に限定した。また大学院重点化や専門大学院の設置については大学院教育体系の一部変更ないしは日本社会が期待する将来の大学院像に基づく進歩として捉え、それらに基づく法の改正についても煩雑さを避けるために割愛した。

このように大学院の教育は教育基本法に基づく教育目的のみが公的に決められた内容であり、それ以外の拘束はないものと考えられる。さらに第六十五条をより積極的に解釈すれば大学院はその教育を教育基本法に抵触しない限りにおいて、当該大学院そのものが決定する自由を有していると判断できる。もとより私的に大学院と同等の内容を有する教育機関を設置し、学校教育法の制限を受けずに大学院類似の教育機関を運営することは可能であり、その場合はさらに教育目的や教育システムに関する自由度は増大するが、本論は公的に認められた大学院教育に限定してその教育を論じる。

2. 工学の意義と歴史

2. 1 工学の自己撞着

18世紀から急速に進展したヨーロッパの近代科学は工学と結びついて発展を遂げた。約300年間の発展の歴史を本論の中で詳細に整理し記述することはできないが、工学が結果として人類社会にもたらしたものは、1) 先進国の国民に物質的に豊かな生活を提供したこと、2) 工学の発達が遅れた諸国が約200年に渡り植民地として搾取を受ける原因となったこととまとめることができる。すなわち、工学はそれが先に発達した国の国民には大きな恩恵を与え、発達が遅れた国には悲惨な状況をもたらした。

先進国の国民にもたらした例としては、産業革命が一段落した19世紀初頭に最も工業が進んでいたイギリスの平均寿命は40歳程度であったが、現在は80歳近くになり人生の時間は約2倍になっている⁴⁾。平均寿命の伸びは工学の寄与ばかりではないが、工学が大きな要因になっていると考えられる。一方、現代のアフリカの平均寿命は約40歳とされており、先進国との差は大きい。一方、生活程度とほぼ比例関係にある一人当たり一日のエネルギー消費量は、ヨーロッパが石油換算3.6リットルに対して、アフリカはその9分の1に過ぎない（石井吉徳先生（富山国際大学）のホームページを参考にした）。このような差をもたらした原因の一つは200年に亘る植民地支配であるが、それを可能にしたのは大砲、戦艦、機関銃、爆薬などの工学の産物であり、自国民と他国民に対する工学の影響の基本的な違いを示している。

さらに、工学が及ぼした影響を先進国内で整理してみると、物質供給量の拡大、生産効率の上昇による物質的に豊かな生活を提供したが、200年間に3回の失敗を重ねてきた^{5), 6)}。

第一の失敗は「労働の疎外」である。大規模生産システムが構築されるまでは労働は人間の機能と調和がとれていたが、大規模、規格化、流れ作業などの一連の工学的進歩が労働の質を落とし、疎外を生んだ。すでに19世紀前半にはエンゲルスが指摘するような悲惨な労働者階級の生活が現出し、20世紀初頭にはチャップリンの映画で可視化されたように流れ作業の中でさらに疎外化が進んだ。次に工業化が進んだ19世紀半ばのイギリスの描写を示す。

「貧民には湿っぽい住宅が、即ち床から水があがってくる地下室が、天井から雨水が漏ってくる屋根裏部屋が与えられる。貧民は粗悪で、ぼろぼろになった、あるいはなりかけの衣服と、粗悪で混ぜものをした、消化の悪い食料が与えられる。貧民は野獣のように追い立てられ、休息もやすらかな人生の楽しみも与えられない。貧民は性的享楽と飲酒の他には、いっさいの楽しみを奪われ、そのかわり毎日あらゆる精神力と体力とが完全に疲労してしまうまで酷使される⁷⁾。」

第二の失敗は第一次、第二次世界大戦で顕在化した大量殺戮兵器の製造技術の確立である。すでに南北戦争前後で発明され、第一次世界大戦で本格的に使用された機関銃は大量殺戮兵器の端緒となったが、さらに工学は航空機による絨毯爆撃や原子爆弾を産みだし、1962年アメリカとソ連の間で起ったキューバ危機において人類全体を滅亡させる可能性にまで発展した。相対性原理の発見者であるアインシュタインが「もし自分が生まれ変わって来たなら、科学者にならないで行商人か鉛管工になりたい。」と述懐したと言われるが工学の第二の失敗を明確に示している言葉として意味深い⁸⁾。

そして第三の失敗が物質の大量消耗に伴う地球環境の汚染と資源の枯渇である。すでに工学の産物である現在の産業の生産力を拡大していくならば、100年以内に地下に埋蔵された有用資源の多くを失うと計算されており、現在の延長線上に文化の進展がありうるはずがないと工学自らが示している⁹⁾。すなわち、図1に示した資源枯渇の予測図を工学系大学院教育との関係で整理すれば、工学は自らが「現在の工学の延長線上に繁栄はない」と宣言しながら、学生に「現在の工学の延長線上を教える」ことを継続しようとしていると言える(石井吉徳先生のホームページを参考にした)¹⁰⁾。

循環型社会や省エネルギーなどに関する工学的努力によって資源の枯渇を防ごうとする計画もあるが、図2に示したようにエネルギー消費は確実に増大しており、今後も増大が予想されている¹¹⁾。産業革命以来、工学が効率化と省エネルギーを進める毎に生産量とエネルギー消費が増大した歴史的事実は個別の努力と全体の反応の方

図1 主要エネルギー資源の枯渇を示すペルツの図

図2 エネルギー消費の実績と予測

向がまったく異なることを示している。工学を担当するものにとって都合の悪いことであっても歴史的事実から目をそらすことは冷静で学問的な思考方法とは言えない。

また、別に現在、進行し、工学以外の領域から強い危惧が示されているものに、遺伝子操作とロボットがある。遺伝子操作によって特殊な生物が誕生することとロボットがやがて人間の力を上回って人間を滅亡させるのではないかと危惧は工学的にも合理性がある。歴史的に工学の貢献と失敗のタイミングを見ると、初期の開発の段階で工学は社会に貢献し、終期に行き過ぎによる失敗が認められる。遺伝子操作やロボットに対して、工学側は発展を初期の段階では社会に貢献しようと主張し、工学以外の領域では工学が行きすぎるのは歴史的事実であると危惧しているのである。この二つは工学の第四の失敗になる可能性がある。

しかし、工学が学術の一領域であるならば、自らの貢献と失敗を論理的に評価し、それを工学系大学院の教育に活かしていく力を持っているであろう。

2.2 工学系専門教育の歴史的推移と目的

歴史的に見て、専門的な工学教育は1866年に設立されたマサチューセッツ工科大学やイギリスの工業地帯に隣接した大学とされているが、世界でもっとも古く工学教育を開始した大学はトルコ帝国海軍工科大学であろう。この大学は1773年に設立され現在はイスタンブール工科大学となっている^{12), 13)}。オスマントルコ時代、黒海の覇権をかけて幾たびの海戦をロシアと戦ってきたトルコは海軍技術の向上が大切であると痛切に感じていたことがこの大学の誕生となった。そ

の後1795年に帝国軍事工科大学が開校した。この二大学はそれまでの伝統的なトルコの大学“Madrasa”とは異なる教育を行ったという点で大変意義がある。

また、この二つの大学の教育目的はその後設立されたアメリカ、イギリスの工学系大学と同じく軍事研究や産業研究など国力の増大に寄与する人材の育成にその中心が置かれており、純粋な学術や文化の進展、もしくはそれらに寄与する人材の教育を直接的な目的にしていな^{14), 15)}。21世紀の工学系大学院教育を考察する上でこのように歴史的な評価を十分に考慮する必要がある。

なお、現代の日本の大学院のうち、早稲田大学、同志社大学などの私立の大学、京都大学、東北大学、東京大学、新潟大学、岡山大学、徳島大学などの国公立大学はそれぞれ大学院工学研究科の教育理念や教育目標をインターネットなどで公表している。それらの記載事項を整理すると、環境破壊などが工学の課題になっていることを受けて多くの大学院が工学の自己撞着を認めているが、最終的には1998年の科学技術会議での国家のヴィジョンと目標として結論された、1) 知の創造と活用により世界に貢献できる国、2) 国際競争力があり持続的発展ができる国(GDP3.5%)、3) 安心・安全で質の高い生活のできる国家と質的に同様の目標を掲げている¹⁶⁾。従って、各大学において策定された工学系大学院教育目標は、教育基本法及び学校教育法の教育目標とは異なり、工学系専門教育の歴史的経過や現代社会の要請に応じて専門知識の教授、経済成長重視の選択をしているとできるだろう。

3. 21世紀の工学系大学院教育の哲学

3. 1 工学系大学院教育における国家と個

教育が学生個人の人格の完成を目的として行われるか、あるいは国家に必要とされる人材を養成するかは教育内容や教育システムを構築する上で大きな差をもたらすと考えられている。一般的にはそれらは第一章に示した教育基本法と第二次世界大戦前の教育勅語との差であると認識されている。教育勅語の教育の目的の部分を示す。

「爾臣民、父母ニ孝ニ兄弟ニ友ニ夫婦相和シ、朋友相信シ、恭儉己レヲ持シ、博愛衆ニ及ホシ、學ヲ修メ業ヲ習ヒ以テ智能ヲ啓發シ、徳器ヲ成就シ、進テ公益ヲ廣メ、世務ヲ開キ、常ニ國憲ヲ重シ、國法ニ遵ヒ、一旦緩急アレハ義勇公ニ奉シ以テ天壤無窮ノ皇運ヲ扶翼スヘシ。是ノ如キハ、獨リ朕カ忠良ノ臣民タルノミナラス又以テ爾祖先ノ遺風ヲ顯彰スルニ足ラン。」

上記に示した教育勅語の内容は「父母ニ孝ニ」と「一旦緩急アレハ義勇公ニ奉シ以テ天壤無窮ノ皇運ヲ扶翼スヘシ」の箇所を表現を少し弱めれば、現在の教育基本法の教育目的とほぼ同一の内容である。従って、大学院教育において国家と個という問題を取り扱うには、個を代表する教育基本法に対峙するのは一般的に考えられているように教育勅語ではなく、やや奇異に

感じられるが、1998年の科学技術会議での国家ヴィジョンに類似した概念に基づく大学院の教育理念であることができる。すなわち、「日本は工業資源に乏しい国であり、技術立国は国是であるからさらに工業の国際競争力を高める必要があり、その人材育成が大切である」という前提にたった工学系大学院教育がもっとも国家を念頭に置いた大学院教育理念であることができる。

一方、国家に役立つ為の人材育成と一人一人の学生の個の完成を目指す教育とは理念において大きく異なるが、現実の教育内容においてはそれほど大きな差を持たない。具体的には、工学系大学院において学ぶことは工学の原理や具体的な技術が中心となる。しかし、その教育を受けて大学院を修了する学生の人格や心境において質的に異なることと、さらにその学生が社会で生活をする場合の基本的な思考態度に大きな影響を与えると考えられる。

国家の為の人材育成という内容の大学院教育を受けてきた学生は、国家の繁栄の為に大学院で身につけた学問を意識することになり、個人の完成の為に勉学に励んできた学生は社会における自らの立場を深く考えつつその人生を送ることになるからである。このようなことから、仮に大学院に進学する学生が個の完成を目指して大学院に進学した場合、現在の日本の工学系大学院の理念との乖離を強く感じると考えられる。

次に、個の完成を目的とする場合でも、個人の人格や学術的興味、社会への関心などを中心として個の目的を考慮する場合と、個人がある特定の能力や資格を取得してそれを社会に活かす場合では、やはり教育内容には差がでる。前者ではより人格的、本質的教育がされるのに対して、後者では実学的な内容が重視されると考えられるからである。国家と個の問題と同様、この場合も本来目的とすることと現実に行われることが類似であっても、そのもたらす教育的効果には差が出ると考えられる。

すなわち、大学院が学術の深奥を深めようと活動をし、その中で勉学をすることによって結果的に高い実学的な力をつけた学生と、大学院を卒業し資格を得ることによって就職を有利に進めようとする学生との間に人格の完成や学術に対する深い理解と敬愛という意味で差が生じるからである。マックス・ウェーバーがすでに指摘したように、さらにオルテガ・ガセットが予見したように、社会の大衆化と学問の細分化と共に大学院が古典的定義による学術から離れ、職業化することはやむを得ないように見える^{17) - 19)}。

高等工学教育が国を一つの活動体として捉え、国の繁栄こそが個人の繁栄であるかのごとき論理を展開し、国全体の目標を立てて、それに応じる個を優遇する必要があるだろうか？著者はそのような論理展開は歴史的進展を無視し、懐古的狀況下に下される結論であろうと考える。すなわち、日本国は第二次世界大戦後の多

くの努力によって、21世紀の初頭には、平均寿命において世界一、国民平均所得において世界一、二を争っている。すなわち工学に「国を富ませる」という目的があるとすれば、それはすでに十二分に達成され、21世紀初頭には「なぜ、国を富ませなければならないか」という問いが重要になってきているのである。そのことは著者独自、あるいは独善的な考えではなく、多くの大学院の理念の前段に示され、社会の論評にも標準的に見られる。しかし、大学院の教育理念を記述していく中で、次第に国家的要素が高くなり、最終的な理念として示されるのは「2%の経済発展」「経済発展無くして豊かな生活無し」という20世紀型発想に基づく大学院教育目標に変質する例が見られる。

さらに、個が国際的に見て文化的に満足すべき生活をなしえるにもかかわらず、際限なき物欲や名誉欲を満足させるために、少しでも良い職を求め、その結果大学院進学という選択をする場合には、工学系大学院はそれに応じるに躊躇しなければならないだろう。

すでに日本が世界一の長寿と所得を有しており、さらに国土が温暖な気候や豊富な水などの優れた環境にあることを前提とすれば、20世紀後半の教育目的と社会の努力の結果として得られた状態は「我々の社会の目標はなにか？」をさらに深く考える時期にあることを教えている。それはすでに「個の充実」が「全体の発展と調和」と矛盾し、それを阻害する状態にはないと断定できよう。そして、著者が接する多くの大学人は世界で突出した物質およびエネルギーを消費する生活を是としていないが、これが大学院の理念を作るときに集団の制約の下に異なる方向へ進むものと考えられる。

3. 2 工学系大学院教育における工学の評価

工学系大学院は工学という学術の深奥を極め、それによって文化の発展に寄与することを活動内容として公的な機関として社会的に認知されている。従って、工学がその目的を終了し、これ以上の進展の必要がない状態ならば、工学系大学院の教育は大幅に縮小しなければならない。工学系大学院の構成要員は自らの職業を失う危険性より、自らが意義が薄いとする学問領域に次世代の青年を導くことは不適切であるとの認識に立たなければならない。

幸い、学校教育法に基づく大学院は教育活動がその活動の一部として定義されており、博士課程入学学生を大幅に削減しても工学系大学院の存立自体には影響がない。すなわち工学の過去の失敗を念頭に置きつつ、前章に示した現在の工学自体の自己矛盾（このまま工学を発展させれば資源の枯渇を招くということ）と、将来に予想されている第四の失敗の可能性について、工学自らが明確な解釈と将来像を示す必要がある。もし工学の目的が国家の繁栄にあり、平均寿命と国民所得という尺度を用いて、その本来の目的がすでに達成されているとするなら、21世紀初頭における日本の工学教育の

目的は存在しない。それはあたかも戦争中に士官学校を卒業し、若くして戦場で活躍した将校がその目的を達して平和になったにもかかわらず、みずからの職業と人生を全うするために、領土拡大やその他の理由を付して再び戦争を起こす行為に擬することができよう。

著者はこのような現状認識と工学本来の目的、さらに教育基本法の理念に照らしあわせて、21世紀初頭の日本の工学系大学院教育はその教育概念、その内容、および教育目的を実現するためのシステムを大幅に改革する必要があると考えている。それは、全体から個への転換であり、国家間競争力を至上とした工学の改編であると考えている。

3. 3 工学系大学院における21世紀の教育システム

大学院へ進学する理由は高等学校から大学への進学理由はもとより、専門学校へ進学する生徒の進学理由より、さらに実学的な傾向にあることを示した。従って、大学院の教育を真理の追究や個の完成に置いた場合、大学院教育は現在、大学院進学を希望する学生のニーズに一致しないことが予想される。この問題は現代の日本社会が20世紀型の拡大経済、無限発展、非持続性文明の範疇で運営されているからに他ならない。しかし、大学院が社会においてもっとも学術的な見識が高いなら、社会の現状に追従したり、学生の希望にそった大学院教育をするのではなく、自らの判断で新しい社会像を示し、それを実践しうる機関であると考えられる。従って、仮に実学的な専門工学を学びたい学生が多い場合は、大学が、専門学校に依頼し、専門技術を主体に教育する大学院を専門学校内に新設することの意思表示をすることも可能であろう。

従って、21世紀における工学系大学院教育を考えるに際して、学生の進学理由を決定的な要因としては考慮に入れないこととする。

工学系大学院の教育を、教育の対象とする領域、教育システム、および社会との関係において整理を行い、本論を閉じる。

第一に工学の領域における教育の対象について、将来も含めた人類の福利に貢献する工学を教授することに対する確信が教育側に構築される必要がある。社会に対する工学の影響に関して、工学教育に携わる全ての人が同一の認識をもつことは困難であるが、少なくとも資源枯渇など工学の主要な危惧に対する社会や学生の素朴な疑問に答えられること、また工学自らが発する情報の間に大きな自己矛盾がないことが求められる。たとえば、「このまま資源を使い続けると本当に100年ほどで資源が無くなるのですか?」「仕事をロボットがするとますます失業が増えるのですか?」などの質問に対して確たる信念をもって応えることが教育には前提となろう。

かつて原子爆弾を中心とした大量殺戮兵器の製造が工学の産物として糾弾されたとき、工学の対象を平和目的に限定することについて教育者は厳然とした態度で臨み、

このことが教育と工学の発展に重要な役割を果たしたと考えられる。しかし、日本において工学教育を平和目的に限定し得たのは敗戦という事実があったからであり、戦争に対する抽象的な反省や、単に戦争が終結したという事が原因ではなかった。その証拠としては、戦勝国はその後も軍事研究を継続しており、その点から、資源枯渇やロボットなどのように将来の予測が困難な問題について合意を得るのはきわめて困難であると考えられる。

実は、21世紀初頭に工学がおかれた立場はまさにその点にあり、工学の研究において避けて通れない問題であるとともに、教育は次世代の人材を育成することからさらに重要な論点となる。しかし、幸いなことに、この難問は大学内で行われる工学系大学院の教育を考える上では切迫した問題ではない。すなわち、教育対象が実学的であって、経済成長を目的とする国家的人材を育成する場合には、何が国家的に意義があるかを決定する必要があるが、個の完成を目指した工学では、学術の蘊奥を極め、文化の発展を期する大学院の活動の中で、工学に対する深い省察が可能な人材の育成に重点を置くことになるからである。

本論はここまで、ある前提をおいてきた。それは「実学的な力をもつ学生の方が社会で役に立つ」ということであった。しかしこの前提は正しいだろうか？社会の進歩が一方向であって、典型的には日本に後進性があり欧米先進国を模倣する段階では若年の技術者には実学的な力が期待される。一方、社会の進歩が多様になり、特に時代の変革が起る時には「人格的な完成度が高く、深く学術の内容を省察できる」ことも評価されるであろう。学術を深く学ぶことは具体的な技術的業務にあたって応用力が求められよう。

このような意味では「高度職業人の育成」「最先端技術の取得」などは21世紀初頭の日本の工学教育としては、その価値が低く、社会の真の要求とは方向が異なると考えられる。すなわち、企業などが求める人材は、その企業の各部署が提出した具体的人員計画にそって行われるので、勢い、具体的な能力のある学生を求める。しかしそれは表面的なものであって企業でも経営者や技術の指導層などは常により深くより広く全体を見渡し、工学に関心が強く、新鮮な興味を有している人材を希望している。大学院を卒業する段階で最先端技術を習得しておく必要がないと考える有識者は過半と推定される。故に、大学院卒業の学生に産業界が実利的能力を求めていると考えているとするとその学生や大学院の誤解であると考えられる。

第二に、具体的な教育システムとしての、講義、あるいは研究の態様について述べる。

現在の工学系大学院の教育は実利的意味合いが強く、産業界での即戦力としての技術者養成を目的としている。これは大学院の進学理由に明確に示されている。それに応じて博士課程前期および後期のいずれに

おいても研究を主体とし講義は副次的な教育手段として位置づけられている。また技術者として特定の技術能力の標準的レベルが示され、それに伴って固定的なカリキュラムや研究指導が行われる。一方、工学の学術を深く省察するという教育目標を達成するためには、より自由な教育内容が必要となろう。工学の基礎となる自然科学を深く学ぶ学生、自然の原理を応用するという視点から工学の基礎を学ぶ学生、機械加工やフィールドワークなどの実体験を中心に学ぶ学生、そして哲学・社会学などと工学の融合領域を学び工学がもたらす社会への影響を勉学する学生などに対して、それぞれに十分な教育の機会を提供する必要がある。

このような工学系大学院の教育では、あるいは研究を主体とし、あるいは講義の聴講を主とし、あるいはキャンパス外での活動を中心とする学生の勉学を教育システムに大きく取り入れることを意味する。別の視点から見ると工学というものの目的が明確ではないことを前提として学生自体にある自由度を認めることになり、このことは21世紀初頭の困難な状況を打開する一つの方法としても有効である。もともと学術は未来を見ることがその本質として不可能であり、故に時代の変革期に当たってはより融通性の高い教育システムが適合するのである。

第三には社会と大学院教育との関係である。

大学院の修了が学生の社会的ステータスや資格の取得を主目的にする場合には、大学院博士課程の入学試験、単位の取得、さらには論文などに中心が置かれ、どこの大学院を何番で卒業したという事実が社会的にも評価を受ける。このような概念、感覚、そして実績は、ヨーロッパに於いては古くから、また、日本でも明治時代以来、社会に定着し、日本国の発展の為にはそれなりの効果を発揮してきた。しかし、工学系大学院の教育目的が個の完成に近づくことであり、そのための手段として学術の蘊奥を極めるのであれば、入学試験や単位の取得、さらには論文が教育課程で定められた時期に完成することなどは、さして重要なことではないだろう。むしろ、より自由な勉学のシステムを構築し、修了時点では学生が学術に対してどのような見識を持ったかを問う判定基準を持つことになる。事実、社会における横断的な能力比較が緩やかなフィンランドなどでは入学試験などで相対的な比較をするのではなく、個人個人が独立して名誉ある人生を送ることができるような評価基準を持っている。

たとえば、教育効果の判定基準の一つとして修士論文もしくは博士論文がある。これらは創造性が求められ、著作権をもつ論文を仕上げるという点で優れたものの一つであるが、明治以来継続し、新制大学院として50年の歴史を持っていることから、論文の意義についても改めて見直すことが必要であろう。

本論で展開した21世紀における工学系大学院教育の構想について非現実的であるとの批判を受けると予

想される。すでに現在、大学内に設置された大学院が実学的、即戦力的、あるいは資格的な方向に舵が切られており、仮に本論で主張する教育目標をもつ大学院に変更した場合、多くの大学院生の入学は期待できないからである。その原因は、先に示したように日本はすでに主要生活指標で国際的に最上位にいるが、それでも日本人全体には目標の達成感はなく、さらに上位を目指すか、あるいは上位を目指さなければ破滅が訪れるという不安感が漂っているからである。しかし、発展には目標が必要であり、無限の目標は目標という概念には入らない。仮に無限の発展を目標とし、より低い発展段階の社会は絶対的評価で不幸な生活を強いられるとするなら、人類は最後の世代まで不幸の中で生活を余儀なくされるだろうからである。

4. 結言

工学は20世紀まで依り基本的な学術より一段低く、実学的内容を持つものとして位置づけられてきた。しかし、現代社会は工学が生活や人生全般に大きな影響を与えていることは言うまでもない。対象物が文学的、哲学的、経済学的なものであっても工学の知識無くして理解することが困難になりつつある。さらに南北問題を始め、先進国内部でも、工学は労働の疎外、大量殺戮兵器の製造、物質の大量消耗という点で3回の誤謬を犯してきた。21世紀の工学系大学院は他の学問領域の専攻とは一線を画し、自ら抜本的な改革を行い、「個」の育成によって社会を構成する方向へ大きく踏み出すべきであり、それが可能なとき初めて工学は永続的な学問として認められ、社会の尊敬を集めることができると考えられる。

また、著者の私見であるが、工学の好きな学生が工学を広く学ぶことは大変、意義のあることと思う。社会は変化し、その変化の先は人知で正確に予測することはできない。もし専門の幅が狭いと社会が変化しても自らの専門を捨てることができず、それに固執する傾向が見られる。大学院を修了した学生が、大学の学部を卒業した学生より優れているとすると、それは融通性において発揮されなければならない、反対に大学院に進学して専門性が高まったために、広い分野への適応が出来なくなったとするとそれは大学院教育の失敗といえるのではないか。

謝 辞

本稿を著述するに当たって、各方面から資料などのご提供を受けた。工学系の論文において哲学的内容を少しでも含むものの著述には様々な制限があるが、ご支援によって本稿が完成したことに深く感謝する。

参 考 文 献

- 1) 河合塾：The Longest Year, 河合塾 (2002)
- 2) 財団法人専修学校教育振興会：平成14年版全国専

- 修学校総覧, 財団法人専修学校教育振興会 (2002)
- 3) 教職研究会：ポケット教育小六法, 溪水社 (2003)
- 4) 武田邦彦：リサイクルしてはいけない, 青春出版 (2000)
- 5) 武田邦彦：工学倫理の構成, 工学教育, 45 - 6 (1997), 2 - 6
- 6) 武田邦彦：工学倫理の教育, 工学教育, 46 - 1 (1998), 12 - 16
- 7) フリードリヒ・エンゲルス：イギリスにおける労働者階級の状態, 新日本出版社 (1845)
- 8) 唐木順三：科学者の社会的責任の問題『朴の木』, 講談社学術文庫 (1957)
- 9) Meadows, D. H., D. L. Meadows, J. Randers, and W. W. Behrens III: "The Limits to Growth", Universe Books, New York, USA (1972), 124
- 10) Perutz, M. F.: "Is Science Necessary-Essays on Science and Scientists", The New York of Review of Books, New York, USA (1989)
- 11) 武田邦彦：リサイクル幻想, 文春文庫 (2000)
- 12) 文部省編：諸外国の学校教育 アジア・オセアニア・アフリカ編, (トルコ：長島啓記, 文部省大臣官房調査統計企画課外国調査官), 国立印刷局 (1996)
- 13) The Council of Higher Education: "The Turkish Higher Education System", Part I, -History, Ankara, Nov. (1998)
- 14) 島田雄次郎：ヨーロッパの大学, 玉川大学出版部 (1990)
- 15) 江原武一：現代アメリカの大学, 玉川大学出版部 (1994)
- 16) 総合科学技術会議：諮問第1号「科学技術に関する総合戦略について」に対する答申 (2001)
- 17) マックス・ウェーバー, 尾高邦雄訳：職業としての学問, 岩波書店 (1982)
- 18) オルテガ・ガセット, 桑名一博訳：大衆の反逆, 排水社 (1991)
- 19) Deric J. de Solla Price: "Little Science, Big Science", Free Press of Glencoe (1986)

著 者 紹 介

武田 邦彦

最終学歴 1966年 東京大学教養学部基礎科学科卒業
専門分野 資源材料工学
学 位 工学博士
所属・役職 名古屋大学大学院工学研究科および高等研究院教授
所属学会 日本工学教育協会, 日本原子力学会, 資源・素材学会, 日本化学会, 日本機械学会, 日本金属学会, 高分子学会
主な受賞 日本工学教育賞 (倫理)