工学教育の根幹と人間の幸福

Engineering Education for Happiness

石 原 修^{※1}
Osamu ISHIHARA

1. はじめに

2012年5月、第62回国立大学工学部長会議において、世界の動きの中にある日本の工学・技術者教育について講演する機会がありました。工学の分野は技術革新と共に、その学ぶべき内容は膨大となり、工学教育は細分化が進む一方、学際・複合領域が生まれ、工学は都市環境や医学、農学とも連携し、さらには総合工学と呼ばれる知識体系も出てきていました。

あれから7年が経ち、社会の技術革新は留まるところを知らず、モノをつなぐインターネットは第4次産業革命の幕開けと考えられます。工学教育そして大学教育そのものが、超スマート社会や創造社会を目の前にして、変わるべき姿を探してきたと言ってもよいでしょう。この間、大学で教育の在り方を模索してきた視点から、工学教育に対する想いを記してみたいと思います。

2. 歴史を振り返る

明治維新から150年が経ったところですが、遡って工学教育がどのようにして日本で始まったのか、そして今どういう状態にあるのかを振り返ってみます。日本では7世紀に、中国の影響下、律令国家の官僚養成機関として、大学寮が運営する大学がつくられていました。大学では4学科（道）が置かれ、歴史・文学、作文を学ぶ紀伝、儒教の古典を学ぶ明経、律令を学ぶ明法、そして算術を学ぶ算道がありました。その後、足利学校に見られるような、日本独自の教育機関を発展させながらも、工学教育そのものは明治政府になって始まります。富国強兵の政策の下、産業革命を経験したヨーロッパの影響で、技術者養成のために工学寮が作られ、その管轄下にある工部大学校で技術革新を担う為の教育が始められました。

近代化を目指す日本が手本にしたのは、スコットランドの教育制度であり、そこには、18世紀に活躍した経済学者のアダム・スミスや、蒸気機関の発明者であるジェームズ・ワットが出た実学教育を推進するグラスゴー大学がありました。ヨーロッパの影響下、政府によって「大学」制度が取り入れられ、帝国大学が設置されていきます。そして太平洋戦争の終結の後、アメリカの影響を受けて、大学制度はさらに整備されていきます。

高等教育の普及は着実に国力を高めていき、1966年には第1次ベビーブームで生まれた世代249万人が18歳に

なり、団塊の世代と呼ばれる層が社会で活躍する1970年代末には、日本はJapan as Number Oneと言われ、さらに21世紀は日本の世紀と言われるほどの、経済成長を遂げていました。ところが、1990年代に入ってバブル経済が崩壊します。1990年には4年制の507大学に213万人が在籍し、工学の分野には学科別学部学生として19.6%が学んでいました。1992年、第2次ベビーブームで生まれた世代の205万人が18歳となる中で、大学の設置要件が緩和されたために、大学の数は増え続けます。

2000年代になると、少子高齢化が顕著になってきます。短大が減り4年制大学が増える中で、大学教育の質が問われることとなります。2000年には650大学に274万人が在籍し、その18.9%が工学の分野を学んでいました。2005年には短大を含む大学への進学率が50%を超え（今では57%を超えています）、大学は多様な学生を抱える教育空間となっていました。

18歳人口は2007年には、第1次ベビーブームの時に比べ約半分となり、4年制大学の数は倍以上になっていました。全国の大学・短大の収容力は100%に達し、大学入学はもはや狭き門ではなく、大学進学を望む誰もが自らの選択で学ぶことができる状況になっていました。その後、大学数、在籍者数は増えるものの、工学領域を学ぶ学生は減少していきます（2011年、780大学、257万人、15.4%；2018年、782大学、260万人、14.7%）。

3. 工学とEngineering

筆者は、大学では日本で工学部、大学院で米国のCollege of Engineeringに学び、日米加で工学教育研究に携わり、テキサス州ではPE（Professional Engineer）登録もしていました。「工学」と「Engineering」、まず言葉の意味を確認するところから、話を進めましょう。

「工」は、上下二線の間に縦線を描く。上下の線を2次元的に考えれば、上下に置かれた二つの面の中心を結ぶように穴を通すことを示します。そのような穴をあけるのは、高度の技（わざ）が必要となるので、細工や工夫という言葉につながります。二つの面を、大きな雲と大地と考えて、稲妻や竜巻が天と地を結ぶ様子と、考えることもできるかもしれません。大地に避雷針を立てて落雷を誘導することができるし、地上でプラズマを作って雷を誘導して、雷雲と大地の間に縦線をつくり出すことはできます。また、竜巻をひき起こす漏斗雲の発生場所をレーダーにより、突き止めることもできます。しかし、技術が進んだ現代においても、思いのままに天と地

2019年5月9日受付

※1 中部大学学長

を結ぶ縦線を引くことは難しいと言えます。

「Engineering」という言葉は、ラテン語の*ingenium* から来ており、*in* (中に) と *genius* (才能) を含む言葉として、生まれながらの才能から賢明な発明に結びつくと言う意味が含まれています。知識の積み上げ、経験の豊かさが、生まれつき備わった才能に火をつけて、その人独特のひらめきを生む。そういう意味では、Engineering が持つひらめきという語感、工という文字が持つ工夫の感じに繋がっているようにも思えます。

理工という言葉があります。理という漢字は、玉偏を持つことから宝石に関係があり、宝石の模様のすじめを表し、物事のすじみちを意味する言葉として、自然の法則を求める科学に繋がっていきます。理は自然現象の本質を知る科学「なぜ (why?)」につながり、工は基礎科学を人間の営みに応用すること「いかに (How?)」にあたると言えるでしょう。

科学という言葉は Science の訳ですが、ラテン語の *scientia* には知識、知ることという意味があります。自然についての客観的、合理的な知識体系を、いろいろな科目に分かれた学問領域として、科学と名付けています。知識は人が覚えて、思い出すことのできる情報とすれば、その知識を理解し、創造的に応用することができることで、工学あるいは理工学が成り立っていると言えます。

4. STEM から STEAM, そして新たな視点へ

世紀をまたいで、経済の停滞と情報革命に象徴される技術的な変革に伴って、教育では科学・技術・工学・数学 (Science・Technology・Engineering・Mathematics) の分野が強調され、STEM 教育と呼ばれるようになりました。これは工学教育の根幹を強調するものといえます。

そうした中で、2015年に国立大学法人評価委員会が「国立大学法人の組織及び業務全般の見直しに関する視点」を発表しました。その中で、「ミッションの再定義」として、大学の強み・特色・社会的役割を踏まえた機能の強化、「教員養成系学部・大学院、人文社会科学系学部・大学院については、組織の廃止や社会的要請の高い分野への転換」が主張され、これがいわゆる文系学部廃止問題を引き起こすことにつながりました。これは、1991年の大学設置基準大綱化に伴って起こった、教養教育課程の縮小の流れを引きずっているもので、社会に出て仕事に直結しない文系学部や教養教育を無くすあるいは縮小していこうとする動きと言えるでしょう。

今日の工学教育は、STEMを通して、自発性、創造性、判断力、問題解決力という能力を高め、IT社会とグローバル社会に適応した国際競争力を持った人材を、育てようとするものです。STEM教育という言葉が広がるにつれて、今度は創造性が注目されます。創造性は、芸術やデザインに関わることによって、生み出されることが多く、その認識とともに、STEMに Art を加えた、STEAM教育が注目され始めました。芸術やデザインは、人間の感性によるところがあり、そもそもエンジニアリングという言葉のなかにあるひらめきに通じるものがあります。

筆者が、米国テキサス州の大学で教えていた1985年か

ら1999年において、工学教育においてデザインという考え方が導入されていました。米国の工学部で何度か ABET (米国技術者教育認定機構) の審査を経験する中で、工学教育がデザイン教育という側面が強調されてきたように思います。1989年に設立されたワシントン協定 (Washington Accord) に加盟している認定機関の定義を使えば、エンジニアリング・デザインとは、「数学と基礎科学の上に築かれた応用のための科学とテクノロジーの知識体系 (つまり数学、基礎科学、エンジニアリング・サイエンス)、および人文社会科学等の学習成果を集約し、ニーズに合ったシステムを開発すること」と言えます。そこでは生産可能性、持続可能性、経済性、環境、倫理、健康、安全といった現実的な制約を考慮し、解の一つとは限らないオープンエンドな問題に対して、創造的なシステムを開発することが求められています。

ここで指摘しておきたいことは、ワシントン協定で定義しているエンジニアリング教育では、デザイン教育が重んじられ、人文社会科学の学習が求められていることです。工学教育において、個々人のなかに隠されていた創造性を引き出すためにも、人文社会科学の学習が必須であることを強調しておかなければなりません。

20世紀初頭に蒸気から石油に移行し、電気エネルギーが使われ出した第2次産業革命、そして20世紀後半にコンピュータによる自動化が進んだことにより、第3次革命といわれた社会は、21世紀に入ってインターネットの広がりにより、すべてのものがつながる IoT や AI の時代となり、第4次産業革命の到来とも呼ばれるようになっていきます。さらに、こうした社会は、Society 4.0 と呼ばれた情報社会を発展させて、これからはサイバー社会と現実空間が融合する超スマート社会 Society 5.0 になると考えられます。経団連の言葉を借りれば、デジタル革新と多様な人々の想像・創造力の融和による、価値を創造する社会こそが、Society 5.0 ということになります (経団連提言「Society 5.0 – ともに創造する未来 –」(2018年11月13日))。

最後に、技術革新の背後に、忘れてはならないことがあります。それは最初に歴史を振り返って見たように、経済至上主義を掲げてきた日本社会の変化です。1989年、1.57ショックと言われたように、合計特殊出生率が過去最低を記録しています。2005年以降日本の人口は減少を続けており、2016年以降、出生数は100万人を下回っています。国内総生産 (GDP) では世界第3位であっても、幸福度では下がり続けており、現在世界第58位になっています (国連世界幸福度報告書2019)。これらの統計が示していることは、若い世代がこの国の将来に対して、必ずしも明るい未来を感じることができていないということでしょう。工学教育さらには大学における教育で、取り入れなければならないことは、人間の幸福や、人間の生き方、社会の在り方、地球に生きる人類の存続に関わることなどを、個人の事として捉える考え方です。そうした考え方は、「哲学」という言葉で表すことができるかもしれません。STEM教育からSTEAM教育へ、そして我々が向かうべきは、哲学 (Philosophy) をも取り入れた教育となるべきでしょう。