

工学教育に関する一考察

関根 孝次*

A Consideration on Engineering Education

Koji SEKINE

Abstract — Production and manufacturing technology is the foundation of economic activity and culture, the history of “ Monozukuri ” has been the cornerstone of them. Therefore, maintenance of manufacturing industry is indispensable, and the human resources development is considered to be important. In engineering educational institutions, project-based learning and active learning, etc. are investigated, and they are continuously tried and practiced. Currently, the educational institutions are required to make various changes. In this paper, the ways of engineering education in the future are considered based on experiences and impressions.

Key words : Engineering Education, Technical Education, Engineering Educational Institution

1. はじめに

自身において、技術立国、工業立国という言葉を目にする機会が少なくなってから久しい。天然資源の少ない本国において、生産・製造技術は経済活動や文化の基盤であり、ものづくりの歴史はその礎を担ってきたと言っても過言ではない。

著者が約40年前に手に取った社会科の教科書には、第1～3次産業の説明が絵解きで記述されていた。わずかに三つの選択肢の中から自分に適した途を考え、将来について想像することは、子供ながらに愉しかったことを記憶している。その後、高校に上がると、クラス編成の関係で所謂、文系・理系の選択が義務付けられていた。選択肢は三択から二択になり、将来への方向性がより具体的に、かつ絞られてきたように感じた。当時は理系→男子、文系→女子といった模式があり、文系を選ぶ男子は経済や商学を志す者が多かった。同輩の多くは将来の職業像をおぼろげながらも想定し、それに見合った修学コースを選択していたように思う。自身の場合、個人の趣向に加えて電気技師だった親戚の影響が重なり、複数ある選択肢の中から工学を選ぶに至ったと認識している。

現在、工学系教育機関への入学志望動機は多様化しており、同時に工学を選択する際の目的や理由が希薄となるケースも少なくない。そのため、工学系教育機関において専門知識・技術を教授する際は、修学者の目的意識や意欲に対する認識が必要と考えられる。本報では、現行の工学教育現場における状況を踏まえ、工学を伝える側の視点から工学教育とそれに関連する付帯事項について私的経験や所感を交えながら勘考を試みる。

2. 「創造」と「ものづくり」

文献(1)によれば、「創造」とは「新たに造ること、新しいものを造り始めること」、または「神が宇宙を造ること」とあり、私的な見解を付け加えれば、人の業(わざ)として最高峰に属する行為とも解釈できる。このような解釈に立てば、現在、繁用されている「創造」を含む言葉の利用に際しては、より慎重さを要するものと思われる。追記すれば、創造はものづくりを行う上で必要な精神上的の指針を意味し、ものづくりとは創造的指針を礎に実行される具現的行為とも受け取れる。即ち、「創造性を以って、ものづくりに専心する」といった表現が正しいのかもしれない。改めてこの二つの言葉を並べると、「ものづくり」という

* 釧路高専 創造工学科 機械工学分野

言葉からは古来より続く技術の歴史や文化を、「創造」という言葉からは新しいものを造る際の根幹的理念を感受することができる。

3. 経済状況と学力傾向

日本のGDP(国内総生産)を国際比較⁽²⁾でみると、2009年以前は米国に次ぎ2位、2010年以降は米国、中国に次いで3位に位置している。それを契機にするようにして、2011年から学習指導要綱の改定(脱ゆとり教育)が施行されている。また、国際数学・理科教育動向調査⁽³⁾によれば、中学生の数学に関しては、2007年、2011年および2015年においてシンガポール、韓国、台湾および香港の4ヶ国が1~4位を占め、日本はいずれも5位に留まった。次いで、理科に関しては、2007年(3位)、2011年(4位)、2015年(2位)と順位は上昇しており、数字上では理科離れについて回復の兆候が伺える。

一方、2015年の経済活動別(産業別)GDP⁽⁴⁾をみると、第1次産業が約1%、第2次産業が約26%、第3次産業が約72%であり、製造業を含む第2次産業が全体の約1/4を占めている。天然資源の乏しい本国として、国際比較の点からみても製造業による経済力の回復は大きな課題と考えられる。また、人口推計⁽⁵⁾によると、2017年の国内における15~19歳人口は約600万人であり、全人口の約5%程度を占めている。さらに、図1に示す2020年の推計人口ピラミッド⁽⁶⁾では、40代前半の生産年齢人口および60代後半~70代前半で構成される前期老年人口の割合が多く、10代後半~60代前半の生産年齢人口に相当する層が老年人口に相当する国民を支える人口バランスを呈している。このように、今後の高齢化社会を支える基盤材の一つとして、製造業による経済力の活性維持は不可欠であり、近く訪れる将来構想に

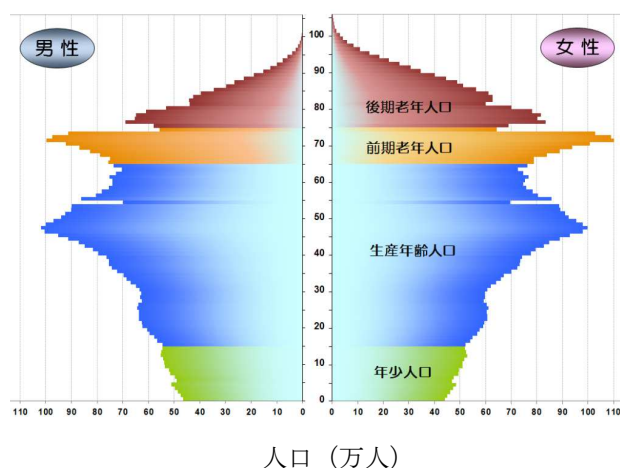


図1 2020年推計人口ピラミッド⁽⁶⁾

向けた人材の育成が急務であると考えられる。工学分野に係る人材育成に関しては、各教育機関においてPBLやAL、キャリア教育等の学修形態が検討され、その効果に関する経過調査も含めて試行・実践が継続されている。

4. 「ヘルプ」と「サポート」

平成29年2~3月に渡り、海外教員研修(アリゾナ大学、図2)へ参加する機会を得た。研修の前半は、先方大学の専用サイト(オンライン学習)を使用した第二言語習得理論および評価法等に関する事前研修であった。講師陣(インストラクター)の専門領域は言語習得学から評価法まで多岐に渡り、受講者の課題回答に対しては、講師から「必ず」コメントが返送された。その回答内容は、レポート落手の連絡を兼ねた短文記述もあれば、課題への理解をより深めることを促す再質問が多く見受けられた。それらのコメントからは、日本の教員が持つ考え方に対する興味関心の他、同じ教員としてより深い議論を望む彼らの探求心が伺えた。また、彼らのコメントには仕事へのスタンスや個人の人が大いに反映されているように感じられた。研修の後半は現地において、教材の改善・開発、実習および教員の自省に関する講義へ参加した。受講者の自発的な参加を促すためか、講義スタイルはグループ討論形式が多かった。座学形式の講義も含まれていたが、ある講義の中で一人の講師が発した「教員の仕事は学生のヘルプとサポートにある」とのコメントが今も強く印象に残っている。講師陣は十分な自信と威厳を示しながらも、学生に対する「ヘルプ」と「サポート」の姿勢を一様に有していた。この教授姿勢は様々な教育事情や教育機関における変換期を経て今に定着したものと考えられる。また、国内での「ヘルプ・サポート」の認識は、現在、教育機関で多用されている「支援」の文字に表れており、両国が同じ教育指標を共有



図2 アリゾナ大学構内

していることが伺える。追記すれば、米国の教育機関における教育サポートに関しては、自転車の補助輪のごとく、自走（自立）させることを目標に据えた支援活動としての印象を強く受けた。

5. 教育支援体制

平成29年8月、短期研修生の引率に伴い、キングモンクット工科大学（タイ）を訪問した（図3）。研修項目はオリエンテーションに始まり、研究ワークから市街観光まで、学術・異文化交流を主体とする内容であった。研修期間中は入寮手続き、キャンパスツアー、研究室への配属手続（研究担当教員への紹介等）、市街観光に至る全工程を国際部の職員から対応頂いた。研究室への配属に関しては学生の所属学科や研究領域を事前に調査しており、可能な限り学生の意向に沿った配属先が選定されていた。市街観光に際しては、当方が提示したプランに対して熱心に耳を傾けて頂き、観光ルートや必要経費等の調査も含め、可能な限り学生の要望に応えようとする職員の姿が伺え、彼等の職務に対する責任感や誠意が感じられた。

約一週間に渡り大学の国際部事務室へ伺ったが、そこで教員に遭遇することは一度も無かった。前述した米国大学における研修も同様であるが、教員と接触するのは教室か研究室のみ（打ち合わせ等の場合は別室）であり、授業や研究に関しては教員が、学生の事務的諸事に関しては職員が対応する明確な「分業体制」が見受けられた。結果、学生は諸々の手続きや生活面に関する相談に対して迅速かつスムーズな対応を受けることができ、教員は担当授業の準備や教材開発、自省（振り返り）等に専念できる環境にあることが察せられた。それにより、学生は講義中に大量の情報シャワーを絶え間なく浴び続け、膨大な配布資料を受け取り、夜は課題の山に埋没することになるが、その経験は学生自身に学問への取組みに対する価値や意義、自身の



図3 キングモンクット工科大学構内

適性や能力に関して気付きを与えるに十分な動機（きっかけ）となり得る。大量の課題に追われて学生達はさぞ余裕がないものと思われたが、広大なキャンパス内で学生に路を尋ねると、ほぼ全ての学生が「案内します」と応え、断ろうとしても目的地まで案内されることもあった。そのような学生の反応は米国でもタイでも同様に見受けられた。夕方、キャンパス内でスコールに見舞われた際には、事情を察した大学の警備員が著者を傘に入れてタクシー乗り場まで誘導してくれた。彼等の精神的な豊かさと素朴で懐かしい親切心は「Lost JAPAN」の文字を回想させた。

6. 「きわめる」と「わきまえる」

工学系教育機関における教育目標の多くに、「専門性」を身に付けた「熟達者（プロフェッショナル）」への育成指針が掲げられている。ここでは、専門知識や技術の教授・指導に関する一作法について考察する。

昨今、2020年に控えた東京オリンピック選考に係る国際大会の競技結果が各メディアを通じて報道されている。選手達のメンタルの強さはもとより、技術の高さや高度な技術を極めようとする選手の姿勢が観る者の目を引く。そのような技術革新を展開するスポーツ界には、工学教育の現場において参考となる点や共通点が多く存在するように思われる。ここで、スポーツ指導者が配慮すべき点について興味深い提言⁷⁾を紹介したい。それは、「きわめる」から「わきまえる」指導転換によって指導の行き過ぎを防止し、選手の「怪我の防止や成長をサポート」するコーチング論である。追記すれば、とくに成長スピードの異なる年齢期はこのことに留意し、理論的および科学的な教育・指導が可能となる時期（タイミング）を判断することの重要性が提言されている。この理論を工学・技術分野に適用すれば、学生の成長過程を考慮した「わきまえる」教育によって、専門知識・技術を「きわめる」人材の育成に通じるものと考えられる。教育・指導方法については種々意見が散在するところではあるが、国内のスポーツ界では近代化と共に指導法が変化しているにも関わらず、100mを9秒台で走る陸上選手や球速160km/h以上の投手が輩出され、現代のスポーツ選手の身体能力を示す数字や技の難易度が過去と比較して事実上「向上している」ことは深慮すべき点である。昨今、工学系教育機関における授業評価では、教員が「何を教えたか」よりも、学生が「何をできるようになったか」を重視しており、評価項目は方法から結果へ重点移行している。これは、良い方法が良い結果を生む

という解釈に準じた変化と捉えることができる。

7. 教員と研究活動

工学系高等教育機関では、授業や実験・実習の他に卒業要件として必修の卒業研究（専攻科等では特別研究）が設置されている。そのため、教員には研究テーマの設定や計画等、研究遂行に関する指導力が要求される。教員が研究指導力を維持する方法としては、学会講演会や研究・研修会への参加および論文投稿等が一般に挙げられる。しかしながら、様々な業務環境の中で一定の時間や予算を確保しつつ、継続的に研究活動を維持することは容易なことではない。とくに、時間的な制約がある場合は、より慎重な研究課題の選定や実施計画が必要となる。加えて、論文等を投稿するまでの意志も重要なポイントと痛感している。論文投稿は所属機関外の査読者から校閲を受けることによって自身の研究（仕事）を客観的に省みるトレーニングとなり、先入観や固定観念の緩和、視野・知見を広げる効果も期待される。研究活動の形態としては単独または複数（グループ）による活動が挙げられるが、複数形態の方が様々な意見やアイデアの収集が可能であり、討論も活発化する一方、研究の方向性やゴールの調整に困窮する場合もある。その点を解消するためには、研究の到達目標や担当者の作業内容および責任の所在等についてグループ内で確認し合う習慣が必要となる。種々の業務と研究活動の両立は教員にとって重要な課題の一つであるが、両輪を廻すことで研究力維持の他にも各業務間に良い相乗効果が生まれることを期待したい。

8. 先達の言葉

学問は勿論のこと、個人の活動においても先達の言葉や教えから学ぶことは多い。また、仕事や学問など、ある分野で自立・独立する以前は、先達が残した知識や技術の継承経験が必要と思われる。近年、教育機関においては、少子化や学力低下の問題および産業界からのニーズに対応した教育改善が求められており、能動的学習（AL）や問題解決型学習（PBL）、キャリア教育等の自己啓発型学習が実践されている。教育機関における今後の進展に関しては、このような教育環境の「変化」に対する捉え方が一つの鍵になると考えられる。ここでは、先達が残した言葉から、変化する時代や環境下における考えや振る舞いについて再考する。

相対性理論の提唱者として著名な物理学者⁸⁾は「同

じことを繰り返しながら、異なる結果を期待することは愚行」と述べ、学校教育に関しては「伝統と教育の担い手として家族の役割が弱くなり、社会が健全に維持されるためには学校の役割が昔に比べて大きくなっている」とし、専門教育に対しては「調和のとれた人格を獲得するためには、専門技術を学ぶだけでは不十分」と言及している。これらの提言からは、所望する結果が得られない場合、それまでの方法を「変化させる」ことの必要性や、伝統（社会的ルール）と教育（躰）を伝えることに関して学校のもつ役割が増していることが読み取れる。また、技術者教育に関しては、専門知識や専門技能以外にも道徳的に正しいものへの感覚や価値観に対する理解力を備えさせることへの必要性が示唆されている。約60年以上も前に残されたこれらの発言や提唱は、教育改善など変化が求められる現代の教育現場において参考となる主旨を含むものと考えられる。一方、進化論の提唱者として著名な生物学者⁹⁾は、著書「種の起源」の一節で「最も強い種でも、最も知的な種でもなく、最も変化に適応できる種が生き残る」と記述している。これは、武道に通じる「柔よく剛を制す」に類した言葉であるが、環境の変化に対して柔軟に対応した側が生存し得ることを指している。変化する時代や環境下において「伝統保守」と「新事受容」の両者は対峙する関係にあるが、両者を取捨選択する際、先達が残した言葉を傾聴することも有用な手段の一つと思われる。

9. おわりに

教育機関をはじめ、社会や組織、団体を構成するシステムの主要素は「ひと・こと・もの」に集約されると考えられる（図4）。とくに教育機関においては、「ひと」を中心に置き、「ひと」の成長や活動をサポートする役割として「こと」および「もの」が配置される。仮に、「ひと」以外の要素が中心かつ優先的で、それらの機能が不十分であれば、「ひと」の成長や活動において躓きや伸び悩み等が生じ得る。教材や実験設備、学則やカリキュラム構成等を含む教育システムの円滑な機能が「ひと」の成長を促す要件と考えられる。

一方、昨今の技術系職の採用要件として、コミュニケーション力の重要性が高まっている。これは、様々な社会的ニーズに応えるべく製品・サービスが多様化し、社会システムの複合・複雑化が進展していることも一因と考えられる。コミュニケーションの第一歩は相手の立場や状態を把握する（察する）ことから始まるものと解釈するが、コミュニケーションスキルは兎

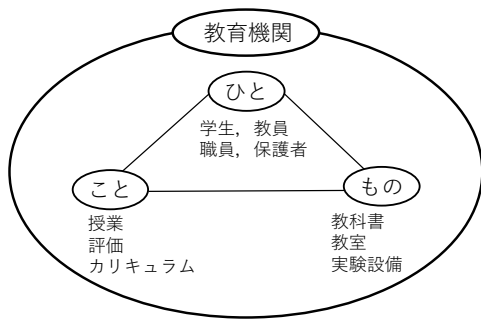


図4 工学系教育機関の三要素

角, 「話す・書く・聞く」の三項目に集約されることが多い。この三項目をいかように駆使できたとしても, 相手に対する情報量が不足していれば一方向的な主張に留まり, 双方向の情報交換は成立し難い状況に陥る。その意味からも, 集団で考え行動する環境を基盤とする教育機関は学問や課外活動等を通じて自他を理解するための基礎作りの場として, これからも重要な役割を担うものと考えられる。

本編でも触れたが, 天然資源の少ない本国において技術力の維持・存続は重要であり, 技術の教育・継承は必須である。工学・技術分野とその目的や意義を受継ぐ人材を育成する工学系教育機関においては, 温故創新の念を持ちながらも変化する時代に対応する姿勢が求められるものと考ええる。

本報では, 工学教育に関して私的な現場経験や所感を基に考察を付した。次の時代を背負う学生や, 工学・技術の道に進もうとしている志学者に対しては, 知識や製品に限らず, 製造・生産活動を通じて「創造」することの「楽しさ」や「喜び」を感受できる技術者・研究者への成長を願って締めくくりとしたい。

参考文献・出典

- (1) 新村出 編, 広辞苑(第六版), (2008), 岩波書店
- (2) 内閣府, 年次推計主要計数(GDPの国際比較)
(http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/h27/sankou/pdf/kokusaihikaku20161222.pdf)
- (3) 文部科学省, 国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015) (http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1379931_2_1.pdf)
- (4) 内閣府, 年次推計主要計数(産業別GDP)
(http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/h27/sankou/pdf/seisan20161222.pdf)
- (5) 総務省統計局, 人口推計 (<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/201709.pdf>)
- (6) 国立社会保障・人口問題研究所, 日本の将来推計人口 (<http://www.ipss.go.jp/site-ad/ToppageData/2020.png>)
- (7) 川村卓, 発育発達を考慮した野球のコーチング (<http://bsip.jp/academy/kawamura0201.html>)
- (8) 弓場隆, アインシュタインの言葉, (2016), ディスカヴァー・トゥエンティワン
- (9) 藤嶋昭, 時代を変えた科学者の名言, (2016), 東京書籍