

# 技術者 日本の認識, 世界の認識

Comparison of Domestic and Global Engineers

大橋 秀雄<sup>※1</sup>

Hideo OHASHI

For promoting mobility of engineers across borders, there must be frameworks to recognize the equivalence of engineering education and professional registration. The first gate to the mutual recognition is to share common concepts on the relevant matters. In Japan, the image of engineers is almost equivalent to that of engineering practitioners in general. What we have to do first is to revise the public concept of engineers so that the gap between ours and global ones diminishes. International Engineering Meeting has been discussing problems of education and registration and proposed global standards that would be included in the rules and procedures. Concepts and understandings behind the proposal are compared with ours and the measures for improving our global compatibility are discussed.

Keywords : Engineer, Professional Registration, Mobility, Equivalence, International Register

キーワード : 技術者, 登録資格, 流動性, 同等性, 国際登録

## 1. 認識の共有—国際協調の出発点

モノが国境を越えて流通する時代では、モノやその品質に関わる定義を共有して、認識のズレから生ずる混乱や紛争を防ぐことが不可欠だった。そのために国際規格ISO/IECが果たした役割は大きい。1995年に世界貿易機関WTOが設立されると、貿易自由化の重点はそれまでのモノからサービスに移行した。サービスを担うものは人間、多くの場合は専門職であるから、専門職の流動性を増すことが次の目標になった。技術の専門職、技術者は当然その対象となり、APECエンジニアの誕生に見られるように、その成果が次第に広がっている。

オリンピックは、スポーツの世界における国際競争である。その競争は、種目別に行われる。ただ漫然とスポーツ選手を強化してもメダルは取れない。水上、100メートル、自由形というように、種目に特化させて記録に挑戦することによってメダルの可能性が生まれてくる。その種目に科せられる条件については、参加国の間に認識のズレはない。

いま技術者が参加できる国際競争を考えてみると、まず参加資格自体が問題となる。英語圏のEngineer、欧州大陸圏のIngenieur、中国のエンジニア、韓国の技師、日本の技術者、それぞれの実体にはかなりの開きがあり、認識を共有しているとはいいたい。では世界の標準はどこにあるのか。国際的な技術者団体の集まり

であるInternational Engineering Meeting<sup>†1</sup>を舞台として10年近くわたって議論が続けられ、ほぼ最終案がまとまりつつある。その文書と比較しながら、わが国の技術者が障害なく国際競争に参加できるようにするには、我々の認識を国際標準にどう整合させる必要があるか、その問題点を明らかにするのが本文の目的である。

## 2. 医療の世界, 技術の世界

医療medicineを担う医師と、技術engineeringを担う技術者は、対象こそ人間と人工物の違いがあるとはいえ、社会に対する責任の重さについては違いがない。そこで、医療を担う人たちと、技術を担う人たちの対比を試みる<sup>†1</sup>。

医療関連の業務に携わる人たちを医療従事者medical practitioner<sup>†2</sup>と呼ぶと、その総数は日本全体で3百万とも4百万ともいわれている。その中には、医師と歯科医師からなる医師グループ、看護師などの看護グループ、放射線技師、診療工学技士などのMEグループ、薬剤師グループなどなど、役割と責任に応じて多くの職能グループが存在し、有機的に協調しながら

†1 APEC Engineer, EMF, ETMF, Washington Accord, Sydney Accord, Dublin Accord (すべて後述) に加盟する団体の連合会議

†2 Practitionerには、特定の職務を継続的に果たす人(広義)から、医師・弁護士のように免許を必要とする業務に携わる人(狭義)まで、意味が多様である。本文では前者の意に従う。

ら医療を担っている。それぞれのグループごとに、求められる資格や、それに至る教育・研修が明確に定められている。

医療従事者を人材育成の見地から議論するとき、全体をひっくるめて、数が足りない、能力強化が必要などと論じても意味がない。足りないのは医師か看護師か、能力強化が求められるのはどの職種か、スポーツでいえば種目ごとの議論に落とし込むことによって初めて実効ある対応ができる。

一方、技術関連の業務に携わる人たちを技術従事者 engineering practitioner と呼ぶと、大学卒工学士だけでも250万人いることを考えると、その総数は医療従事者を上回ることだろう。その巨大な集団には、ノーベル賞を受賞した田中耕一氏のような最先端の研究開発技術者から、キサゲの神様と呼ばれるような超熟練技能者に至るまで、多種多様な能力を持った人たちが混在し、協調している。しかし、この集団では医療の世界に見られるような明確な職能グループへの分化が未発達である。

筆者は本誌に「技術者が見えない」という論説<sup>2)</sup>を寄稿し、「技術者あるいはエンジニアといわれると誰が頭に浮かびますか」というアンケート結果を発表した。そこで名が挙がった技術者は、エジソンのような大発明家、本田宗一郎のような著名起業家が大多数を占めたものの、F1デザイナーから大工さん、水道修理のおじさんまで、考えられるあらゆる人が入っていた。世間一般の認識では、技術者と技術従事者は同じようなものとして捉えられている。

国際的に通用する技術者の育成強化、これは第一期の科学技術基本計画以来、国が一貫して取り組んできた政策課題の一つである。その中では、技術者を技術従事者と混同することはないにしても、技術者の定義が必ずしも明確にされないまま推移してきた。国民が信頼して付託することができる医療、その担い手は医者だけでなく、医療従事者全体である。わが国の未来を託す科学技術創造立国、その基盤である強い産業の担い手は、技術者だけではなく技術従事者全体である。技術従事者を強くするためには、種目別の議論に落とし込まない限り前進はない。技術従事者をどのようにグループ分けし、それぞれに求められる能力をどう定義し、それに必要な教育条件をどう定め、その上にグループごとの登録資格を乗せて能力保証と公益奉仕の態勢を明確にする。グローバルな時代、そのすべてが国際的通用性、同等性を担保しなければならない。そのようなシステムデザインが、避けて通れない課題となってきた。

### 3. 資格と教育の一体化

世界最古の大学は、11世紀末に北イタリアで生まれたボローニャ大学とされている。牧師、法曹、医師の

三つの職に就くために必要な知識を求めていた人たち、すなわち学生が、組合を作って教師を雇ったのが始まりとされている。これらの三つの職種は、今なお知的プロフェッションの代表とされている。プロと見なされて尊敬される職に就くには、必要な高等教育を終えることが必須である。すなわち資格と教育の一体化が、歴史的にも確立されてきた。

わが国では、可能性の平等が重視されてきた。経済的理由から正規の教育が受けられなくても、自力で努力して実力を付ければ、試験を突破して大学出と同じ資格を得る可能性が開けている。技術士の試験はもちろん、最難関といわれる司法試験ですら、いまでも学歴は問われない。極めて平等かつ開放的で理想主義的な一面もあるが、他方で教育の地位と責任を低めてきたことも見逃せない。

国際的に見ると、日本のケースは特異といえる。アメリカでProfessional Engineerの資格を取得するには、ABETが認定した学士レベル以上の教育プログラムを修了する必要がある。医師になるにはmedical school、法曹になるにはlaw schoolを卒業する必要がある。一発勝負の試験だけでは不適格者が入り込むリスクが大きく、体系化された教育の方が質保証の観点から優れている。このような判断が、資格と教育を一体化する根拠となってきたのだろう。

この中で、日本でも医学教育だけは例外だった。医師になるには、大学における6年の医学課程を修了したうえで、国家試験に合格しなければならない。そしてこの例外が、法科大学院の誕生を機に法曹の世界に広がり、いま移行の過渡期にある。これからはプロと呼ばれる職業全体に広がってゆくだろう。技術者もまた、プロの仲間入りを果たしたい職業である。

### 4. 技術従事者のグループ化—世界の認識

技術従事者をtechnology practitionerでなく、engineering practitionerという英語と対応させた。Engineeringはscience based technologyであるから、広い技術の一部である。今では珍しくなった科学と無縁の技術、かつての錬金術や、窺い知れない秘伝による技術は対象外である。現代社会で意味のある技術は、もはやengineeringであるといってよい。同様に医療もscience based medicineを意味し、科学と無縁な祈祷やまじないによる施療は除外される。

技術者の活動舞台がグローバルに広がってゆく時代に対応して、国や地域の主権のもとで制定される技術者の登録資格や、資格の前提となる教育について、その同等性を相互承認する枠組みが求められるようになる。更に進んで、国境を越えて通用する登録資格の制定も望まれるようになる。このような事態に対応して、先ずエンジニア教育の同等性を認め合うワシントン協定が1989年に発効し、次いで1997年には国際登録資格

を導入するためのEngineers Mobility Forum (EMF)が発足した。その間、教育同等性の相互承認が、テクノロジストやテクニシャンにも拡大され、さらに地域資格APECエンジニアが発足したことを承け、それらの問題を統一的に話し合うInternational Engineering Meetingが隔年に開催されてきた。本年6月には、2009年大会が京都で開催され、長年懸案になってきた(1)技術従事者をどうグループ分けするか、(2)グループごとに必須な基礎教育を修了するまでにいかなる知識と能力graduate attributesを養うべきか、(3)グループごとの国際登録資格を取得するためにいかなる職務能力professional competenciesが求められるか、の問題に国際標準を定めようとしている。以下の解説は、これまでにまとまった規約Rules and Proceduresの最終改定案<sup>3)</sup>に拠っている。

その全体的な構図は、図1にまとめられている。まず技術従事者全体が左からエンジニア、テクノロジスト、テクニシャンの三つのキャリアトラックに分けられる。それぞれのトラックを進むには、まずキャリアの出発点に立つのに必要な能力を保証する認定された教育プログラムを修了する必要がある。その後必要な経験と研修を重ねたのち、プロとしての登録資格Professional Registrationに挑戦し、合格すればProfessional Engineerのようにトラックごとに決められた資格を名乗ることができる。一方教育プログラムの実質的同等性を認め合う国際的な枠組みとして、エンジニア教育のワシントン協定に加え、テクノロジスト教育のシドニー協定、テクニシャン教育のダブリン協定が機能する。

各国の主権のもとに授与される登録資格は、国際的にも整合性がとれている方が好ましい。一つは資格の相互承認が容易になって国境を越えた人材活用が可能になることと、さらには国際登録International

Registerへの道が容易になることである。国際登録ではエンジニアトラックが先行しており、EMFの加盟団体がInternational Professional Engineer (IntPE)の登録を行っている。わが国では、日本技術士会がEMFに加盟して、2008年からIntPE (Jp)の登録を始めた。テクノロジストのトラックについては、ETMF (Engineering Technologists Mobility Forum)が2007年からIntETの国際登録を始めたが、わが国はまだこれに加盟していない。

## 5. エンジニア、テクノロジスト、テクニシャン

技術従事者をグループ分けするとき、いかなる観点に立つべきか。筆者の理想でいえば、それは鰻井の松竹梅のようなランク付けであってはならない、スポーツの種目のように、それぞれが他をもって替え難い明確な特性をもつべきだと考えている。多様な技術従事者の左右の両端は、2章で例示したように高度な研究開発技術者と熟練技能者といえるだろう。それを別の言葉で表現すると、判断力、構想力、構成力が求められ、思考の成果を書かれたもの (program) として出力する左グループと、訓練、習熟、経験によって得られた能力を動作や行為 (action) として出力する右グループということになる。音楽でいえば、作曲家と演奏家の違いになるだろう。物事はすべて連続的に分布するから、両極端の中間的グループも当然あり得る。

国際的には、すでに述べたように技術従事者をエンジニア、テクノロジスト、テクニシャンの三つのグループ (トラック) に分けることが進んでいる。三者の違いを明確にするためさまざまな説明が用意されているが、それを最も基本的かつ簡潔に表現すると以下の通りになる。エンジニアはcomplex problemsを対処するためにcomplex activitiesに従事する。テクノロジストはbroadly-definedのproblemsとactivitiesに、テクニシャンはwell-definedのproblemsとactivitiesにそれぞれ対処しかつ従事する。Complex, broadly-defined, well-definedの意味については、problemsとactivitiesごとに表1に示すような説明が用意されているので、仕分けの基本的考え方についてはほぼ理解できる。

このグループ分けは、筆者が理想として上に述べた左右両端の説明と無縁のように見える。しかし作曲家はいかなる制約も受けずに無から楽想を練って楽譜に書き上げるというcomplexの象徴的なような仕事をしているし、演奏家は楽譜を正確に辿りながら作曲家の意志を再現するというwell-definedの仕事をしている。表現こそ違え、結果としては同じグループ分けを目指しているように思える。

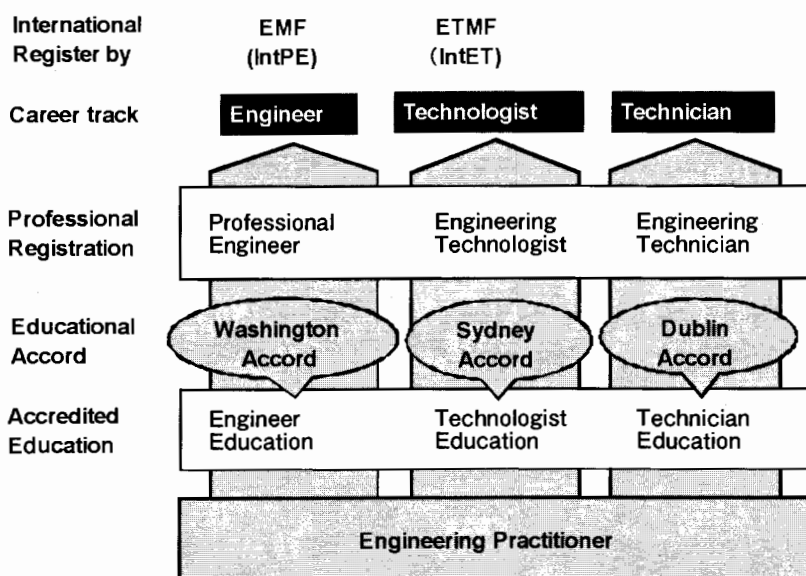


図1 技術従事者全体の教育と資格の構図

表1 Complex, Broadly-defined, Well-definedの説明

区 分	Complex problems	Broadly-defined problems	Well-defined problems
前文	解決には深い工学知識を必要とし、以下の特質の幾つかを備える問題：	以下の特質の幾つか備える問題：	以下の特質の幾つかを備える問題：
矛盾的要求の程度	多様でかつ矛盾する技術的その他の論点を含む	矛盾する制約を課す様々な要因がある	矛盾する制約を受けることは少ない
解析の高度さ	明快な解はない。抽象化と独自のモデル化が必要	実証された解析方法を応用	標準化された方式を適用
知識の高度さ	基本原理に則り解析を展開できる深い知識	原理や応用方式に関する知識	理論的知識は限定的、十分な実際知識
特異性/日常性	まれに遭遇する論点を含む	認知された方法で解決できる日常的部類に属す	日常的に起こり、よく知られた問題
規格類の適用性	規格や綱要で規定される問題を逸脱する	部分的に規格や綱要から逸脱することがある	規格や綱要を適用
区 分	Complex activities	Broadly-defined activities	Well-defined activities
前文	以下の特質の幾つかを含む活動または事業：	下の特質の幾つかを含む活動または事業：	下の特質の幾つかを含む活動または事業：
利用する資源の範囲	多種多様な資源（マンパワー、資金、装置、資材、情報、技術など）の活用	いろいろな資源の活用	限定的な資源の活用
相互干渉のレベル	技術その他の相互干渉から生ずる重大問題の解決	場合により起こることがある相互干渉の解決	技術的問題の限定された相互干渉の解決
イノベーション	工学原理に基づく知識の創造的活用	新しい材料、技法、プロセスなどの創造的利用	既存の材料、技法、プロセスの新しい利用
社会・環境への影響	多様な局面で重大な帰結を及ぼす	主として局所的、場合によってはより広範な帰結	局所的な帰結
特異性/日常性	原理に立脚する手法によって過去の経験を越える	標準的な手法、プロセスに関する知識による	広く使われている手法に関する知識と作業による

三つのトラックごとに必要な基礎教育に求められる修了基準 graduate attributes, 換言すれば Washington, Sydney, Dublinの三つの協定に加盟できる認定基準は、求められる知識から身に付ける能力（問題分析、デザイン、研究、ツール活用、社会・環境・持続性の理解、倫理、チーム、コミュニケーション、プロジェクトマネジメント、継続学習）に至るまで、規約の中で詳しく記述されている。ここでは詳細な説明を省略するが、表1に示したグループ分けの基本的な観点に立てば、当然な記述が並んでいる。なお、修了までに必要な高等教育の年限については、これまで4年以上、3年以上、2年以上という明確な規定があったが、欧州諸国でボローニャ宣言に沿う学士、修士制度が浸透するにつれて、年限よりは修了基準で規定する方式に変わりつつある。

さらに三つのトラックの頂点に立つ国際登録資格が求める能力 professional competencies についても、知識の理解と応用力、問題分析力、デザイン力、評価力、公益と法規、倫理等々、12項目に亘る要求基準が定められている。詳細な説明は省略するが、これもまた表1の観点に整合している。

上述のように、図1に示す構図を緻密に記述して国際標準にまとめる作業が着々と進行している。もともとの構図に近いアングロサクソン系の国々では適応が容易であろうが、アジアや日本では、社会の認識か

ら変える困難な仕事が残っている。これまでは、社会的地位のみならず収入についても左が高く右が低い状況が続いてきた。しかし、マンパワー海外調達 offshoringの犠牲になりやすい平均的なエンジニアより、現場に根付いたテクニシャンの収入が上回るという将来予測もある。学卒が希少価値を持っていた時代の常識が今なお強く残っているが、それは意外に早く変わるかも知れない。

## 6. わが国の対応

技術従事者のグループ分けに対し、わが国も対応することが避けがたい。これは単に国際標準に適合して人材の流動性を高めることを越え、わが国の技術従事者を全般的に強化し、ひいては産業の国際競争力を高めるうえで不可欠だからである。グループ分けに当たり、上述の国際標準に全面的に同化させる必要はない。平等と協調を重視する国民性に十分配慮しながら、自分の適性を生かすために進んで選択できるようなグループ分けが理想である。一人ひとりの能力と特性を最大限に引き出すこと、これが人材活用ひいては競争力強化の王道である。国際標準を横目で見ながら、わが国に適したグループ分けを固める必要がある。また技術従事者の人材育成を考えると、その需要に対する長期的・定量的予測を立てて、それに対応してゆかねばならない。その場合も、全体を一括した議論では

有意な結論が得られない。人口動態や産業構造の変化を見据えつつ役割ごとの需要予測を行うには、その前提として合意されたグループ分けが不可欠である。

国際標準の三つのグループに対応するには、まず日本語名称を定めなければならない。いつまでもカタカナでは済ませられない。JABEEが1999年の発足時から日本技術者教育認定機構と称する裏に、国際標準のエンジニアに対応するものを技術者と呼び、それを社会に浸透させようという決意があった。国際標準のProfessional Engineerに対応するものとして、すでに50年の歴史を持つ技術士の登録資格がある。それとの整合性を考えても、エンジニアと技術者に対応させるのが最も自然な選択である。

これに対し、テクニシヤンの日本語名候補として技能者が考えられる。厚生労働省主管の技能検定試験に合格すると技能士を名乗ることができる。登録資格である技能士と技能者の組み合わせは、技術士と技術者の組み合わせと同様な対応性がある。しかし、ダブリン協定が求める国際標準のテクニシヤンが備えるべき知識と能力、さらにはその登録資格であるエンジニアリング・テクニシヤンに求められる職務能力を考えると、国際同等性の見地からは乗り越えるべき課題が極めて多い。テクノロジストに至っては、適切な日本語名候補すら見当たらない。

国際標準への対応で、日本語名称の問題は序の口である。これは工学教育にも大きな影響がある。日本工学教育協会は、その対象をどのグループまで広げるのか。また現在毎年10万人近い学士を誕生させている工学系の学部教育は、その担い手が研究大学からものつくりで特化した大学までバラエティに富んでいるのに、おしなべて技術者の育成という同じ言葉を唱え続けている。技術者はcomplexな課題と取り組むものを指すが、その左の端には田中耕一氏を例にとった研究開発者がいる。この人たちに求められる知識・能力は、博士に求められるものとほとんど重なっている。研究者と技術者は別物という既成概念が、博士の進路を狭め能力の全開を妨げてきた。大学院、特に博士課程の目標設定に当たっては、技術者の左端を固める役割を十分意識すべきである。

元来テクノロジストの育成を目指して発足した工業高等専門学校が、その教育目標を拡散させてしまった。今日の産業が求めるテクノロジスト像を再構築し、高専のみならず大学の一部を含めてその育成を担うことが必要になる。受け入れる産業側も、中途半端な技術者よりは、メリハリの効いた技術者とテクノロジストの組み合わせを歓迎するようになるだろう。これを実現するには、教える側にも徹底した意識改革が求められる。また技術者の育成強化に関わる国策においても、それぞれのグループについて役割を明確にしたうえで、その規模と登録資格者の数に数値目標を定める

程度に検討を深める必要がある。

かつて日本国海軍の造船・造機工場などでは、技術系の職名として技士（技師）、技手、工手の区分があったと聞いている。このグループ分けは階級と直結しているきらいはあるものの、役割分担としては今日の国際標準に近いものがあったのだろう。技術者と技術社員、技術従事者、これらが渾然一体となってしまったのは、戦後長く続いた高度成長時代の落とし子かも知れない。当時は、メダリストよりも、どんな種目も器用にこなしてくれる大量のスポーツマンが必要だった。状況の変化に応じて技術社員を自由に配属できるように、その妨げとなる職能分化をできるだけ避けてきた企業の都合もあった。

これから三者の日本語名を定め、その国際同等性を高めながらわが国特有のシステムを導入するには、長い道のりが予想される。その中で、エンジニアと技術者の対応がまず突破口となって、道を切り開く必要がある。教育の認定はJABEEが担っている。登録資格は国際登録を含めて日本技術士会が担っている。全体のグランドデザインを定め、その実現に力を結集し、さらにはボーダレス社会で活躍する若者にその意義を伝えてゆく、そのような役割を担う中核がまさに不足している。日本学術会議、日本工学アカデミー、日本工学会、工学系学協会、日本科学技術連盟等々、科学技術の進歩に責任と影響力をもつ組織は多いが、それを支える人材を強化するための中核が見えていない。「技術は人なり」の言葉を噛みしめながら、選手強化の体制作りから始めなければならない。

#### 参 考 文 献

- 1) 鴨下重彦, 大橋秀雄, 大垣真一郎: 対談 医学教育と工学教育について考える, 工学教育, 54-4, pp.3-10, 2006
- 2) 大橋秀雄: 技術者が見えない, 工学教育, 56-4, pp.10-14, 2008
- 3) Graduate Attributes and Professional Competencies, Ver 2-Draft C, October 2008  
<http://www.ieagreements.org/Rules-and-Procedures-Aug-2007.pdf>の改定案

#### 著 者 紹 介

##### 大橋 秀雄

54年東大機械工学科卒。石川島重工業で設計技術者5年、東大機械工学科で教育研究33年、工学院大学で教授・学長として教育11年、理事長として経営6年、現在に至る。日本機械学会、日本工学会会長などを歴任、現在日本技術者教育認定機構JABEE会長

