

国際的に通用するグローバルエンジニア

富田 因則



はじめに

「技術士」とは、技術士法に定められているように、科学技術に関する高等の専門的応用能力を必要とする事項について、計画、研究、設計、分析、試験、評価、またはこれらに関する指導の業務を行う者である。技術士登録後、一定の追加要件を満たすことによって、国際的に通用するAPEC (Asia-Pacific Economic Cooperation) エンジニア、あるいはIPEA (International Professional Engineer Agreement) 国際エンジニア (IntPE) として活動することができる。そもそも、科学技術に関する専門的応用能力は普遍的であって国境を超えて信頼されるべきものであり、今日、TPP (Trans-Pacific Partnership Agreement)、FTA (Free Trade Agreement) などの自由貿易化の流れに加えて、SDGs (Sustainable Development Goals, 持続可能な開発目標) への貢献など、技術者の果たす国際的役割が増大すると考えられる。国際エンジニアリング連合International Engineering Alliance (IEA) では、当該国における大学等高等教育機関の技術者教育課程 (エンジニアリング教育課程) と技術者 (専門職) 資格の質の確保と国際流動化、すなわち、技術者の国際的な実質的同等性 (Global Substantial Equivalency) の確保を目的として、当該国の技術者資格認定制度の基準、審査の手順と方法の実質的同等性を審査している。IEAは、エンジニアリング教育課程修了によって身に付ける知識・能力を学歴要件 Graduate Attributes (GA)、技術者資格に求められる資質能力を専門職としての知識・能力 Professional Competency (PC) としてそれぞれ定めている。IEAの審査によって、当該国の技術者資格審査制度が Graduate Attributes & Professional Competency Profiles (GA-PC基準) に適合し、国際的な同等性があると認定されれば、認定国間において技術者資格が相互認証される。

国際的に通用する技術士に求められるコンピテンシー

IEAは、エンジニアリング教育課程認定に関する3協定 (Washington Accord, Sydney Accord, Dublin Accord)

および、技術者 (専門職) 資格の国際登録認定の4協定 (IPEA, APECEA, IETA*¹, AIET*²) によって構成されている。日本は技術者資格の相互認証協定のうち、APEC エンジニア協定 APEC Engineer Agreement (APECEA) と国際プロフェッショナル・エンジニア協定 International Professional Engineer Agreement (IPEA) の2つに加盟しており、日本技術士会に事務局を置くAPECエンジニアモニタリング委員会が国際登録の審査・登録を行っている。エンジニアリングとは、人々の要求を満たし、経済を発展させ、また、社会にサービスを提供するために不可欠な活動である。しかし、エンジニアリング活動には、しばしば不確定な状況の下で、その効果が最大限得られると予想される解決策を生み出すことが要求されるため、便益をもたらす一方、負の結果をもたらす恐れがある。したがって、エンジニアリング活動は、責任を持って、倫理的に、また、利用可能な資源を効率的に使用しながら、経済的に、健康と安全を守りつつ、環境面で健全かつ持続可能な方法で、リスクを管理しながら行われなければならない。IEAによると、エンジニアリング活動とは、「複合的な問題」、すなわち、明白な解決策がなく、適切なモデルを考案するために、専門分野の最先端にある、またはその情報に基づく分析アプローチを可能にする研究ベースの知識を必要とし、めったには直面しない問題も含まれ、ときとして重大な結果をもたらす問題、を解決するための活動と説明されている¹⁾。

IEAが定めた専門職技術者が備えるべき資質能力PCは13項目からなり、

- 1) 普遍的知識を理解し応用する：優れた実践に必要な汎用的な原理に関する高度な知識を理解し応用する能力。
- 2) 特定の国または地域に関する知識を理解し応用する：自分の活動する国または地域に特有の優れた実

*¹ International Engineering Technologist Agreement (国際テクノロジスト協定)

*² Agreement for International Engineering Technician (国際テクニシャン協定)

践の基礎となる汎用的な原理に関する高度な知識を理解し応用すること。

- 3) 問題分析：複合的な問題を明確にし、調査し、分析すること。
- 4) 解決策のデザインと開発：複合的な問題に対する解決策をデザインし、開発すること。
- 5) 評価：複合的な活動の成果およびインパクトを評価すること。
- 6) 社会の保全：複合的な活動の、合理的に予測できる社会、文化および環境に対する影響を全般的に認識し、持続可能性保持の必要性に配慮して、社会の保全が最優先事項であることを認識していること。
- 7) 法と規則：自分の活動において、すべての法および規則の要求する事項を満たし、公衆の健康と安全を守ること。
- 8) 倫理：倫理的に行動すること。
- 9) エンジニアリング活動のマネジメント：一つまたは複数の複合的な活動の一部または全体をマネジメントすること。
- 10) コミュニケーション：自分の活動の過程において、他の人達と明瞭にコミュニケーションを行う。
- 11) 継続研鑽：自分の知識・能力を維持し向上するために十分な継続研鑽 Continuing Professional Development (CPD) を行うこと。
- 12) 判断：複合的な活動に当たり、要求事項が競合することや知識の不完全なことを考慮して、複合性を把握して代案をアセスメントするなど、確かな判断を行うこと。
- 13) 決定に対する責任：複合的な活動の一部またはすべてに関して行う決定に対して責任を持つこと。

と定められている¹⁾。資質能力の項目、3)、4)、5)、6)に「複合的な問題」が繰り返し表れるように、「複合的な問題」を解決するためのエンジニアリング業務を自己判断で遂行できる能力が求められている。IEAのPC13項目を踏まえて、文部科学省技術士分科会は「技術士に求められる資質能力」として専門的学識、問題解決、マネジメント、評価、コミュニケーション、リーダーシップ、技術者倫理の7項目を策定した²⁾。技術士試験ではこれら7項目のコンピテンシーについて、技術士にふさわしいか否かを評価・判定するため、2019年度から必須科目を記述式にするなど、出題方法が変更されている³⁾。

APECEAは、1995年のAPEC首脳会議における決議「APEC域内の発展を促進するためには、技術移転が必要であり、そのためには国境を越えた技術者の移動が不

可欠である」に則って、2000年からAPECエンジニアの登録を開始し、現在、米国、豪州他15のエコノミーが加盟している。政府主導のAPECエンジニアに対して、非政府系のしくみとして国際プロフェッショナル・エンジニア協定IPEAが1997年に発足し、現在、英国、カナダ他16エコノミーが加盟している。

APEC/IPEA国際エンジニアになるための7つの要件は、

- 1) 定められた学歴要件を満たすこと。
- 2) IEAが標準として示すエンジニアとしての知識・能力PCを持ち、自己の判断で業務を遂行する能力があると認められること。
- 3) エンジニアリング課程修了後7年間以上の実務経験を有していること。
- 4) 少なくとも2年間の重要なエンジニアリング業務の責任ある立場での経験を有していること。
- 5) 継続的な専門能力開発を満足できるレベルで実施していること。
- 6) 業務の履行に当り倫理的に行動すること。
- 7) プロフェッショナル・エンジニアとして行った活動および決定に対し責任をもつこと。

と定められている。このうち、1)と2)は技術士の取得要件に該当し、6)、7)は登録申請時に宣誓する。APECエンジニア登録の追加要件として、3)の7年間以上の実務経験、5)の年間50時間以上のCPD履行に加えて、4)の2年間以上の責任ある立場での重要なエンジニアリング業務経験において、どのようなマネジメントを行い、どのような判断に基づいて問題解決を行い、その結果を現時点でどう評価するか、について業績レポートを提出させ、複合的な問題を技術的に解決するための7項目のPCのうち、問題解決、マネジメント、評価、リーダーシップの能力を補足的に審査している。

IEAでは、各国のAPEC/IPEA国際エンジニア資格制度の相互レビューを6年ごとに実施しており、日本は2018年に豪州、香港、カナダからレビューを受け、好意的な評価を受けた。尚、2018年6月のロンドンにおけるIEA総会で加盟エコノミーの技術士制度が、IEAの基準に合致している場合、個人ごとに追加審査を経ずに、当該国の技術士制度だけでAPEC/IPEA国際エンジニア資格を認めることが提案されている。

筆者は、教育研究の中で培った実務能力を試す意味で技術士試験に挑戦し、2008年に技術士(生物工学部門)を取得し、さらに、国際的通用性に関心を持ち、2011年にAPECエンジニア(Bio)、2017年にIPEA国際エン

ジニアをそれぞれ取得した。また、学内共同利用施設の運営に携わった経緯から研究開発のリスクマネジメントに関心を持ち、2020年に技術士（総合技術監理部門）を取得した。国際エンジニア登録の追加要件として2年間の重要な立場での業務があるが、筆者の場合は国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）のA-STEPによる2回のプロジェクト「グローバル化時代と地球温暖化に適した超多収・大粒・早晩生イネの次世代シーケンサー・ゲノムワイド解析による開発」、「温暖化対策に適した早晩生高温登熟性の短稈コシヒカリの開発」など産業界のオファーに応じた受託研究が次のように業務経験に結び付いている⁴⁾。

地球温暖化に伴い激化する気候変動のなか、我が国の米作は、毎年のように、多発する集中豪雨と大型台風によって広域的に倒伏し、高温による登熟不良が相俟って、減収と品質低下に見舞われている。さらに、イネの単位面積あたり収量は、背丈を低く抑制して安定・多収をもたらす半矮性遺伝子 *sdl* の利用によって、1960年代から1990年代にかけて倍増したが、それ以降は伸び悩み状態が続いている。今後予想される人口の急増と気候変動に伴う食料不足を回避するためには、台風に対してイネをより頑健、丈夫に遺伝的に改変し、さらなる多収化が必要である。筆者は、このような社会課題を解決する観点から、イネの多収および頑健・多収化育種に資するプロジェクトを推進し、*sdl* と座を異にする有用半矮性遺伝子 *d60* をはじめ、頑健性や大粒・多収性、早晩生などに関与する有用遺伝子をコシヒカリの同質遺伝的背景に移入しつつ、次世代シーケンサーを用いたゲノム解析によって同定し、それらの利用価値を解析した⁵⁻¹⁰⁾。さらに、それら有用遺伝子をコシヒカリのゲノムに統合して大粒・短稈・極早生化したコシヒカリを開発してきた^{5,6,9)}。APECエンジニアの更新時に必要な年間50時間、5年間で250時間が必要なCPDは、受託プロジェクトの中で同定した遺伝子の特許登録、遺伝的に改良した植物の品種登録などで賄えた。CPDは科学技術の新しい知見を研鑽・吸収しつつ、成果を上げることなので、仕事を遂行するうえでメリットになる。筆者が勤務する静岡大学グリーン科学技術研究所はイノベーションの推進を目的としており、技術士であることが社会実装を目標とする研究開発を行ううえで意思形成に役立っている。現在、気候危機の下でサイクロンや洪水に瀕するバングラデシュにおいて、国際共同研究「バングラデシュのイネの遺伝子・ゲノム解析に基づく育種」を推進するため、世界第2位の規模を持ち、豊富な遺伝資源を持つバング

ラディッシュ・イネ研究所との覚書を締結して、共同研究を進めている。国際エンジニアとして研究支援活動の幅を広げて行きたいと思っている。

現在、我が国の国際エンジニアの登録件数は、APECエンジニアが977件（Bioは10件）、IPEA国際エンジニアが292件であるが、5年ごとの更新の度に約半数が更新しないことから、全体として減少傾向にある。その理由はCPD50時間の取得が難しいため、更新時に継続を断念される方が多いためである。筆者は日本技術士会の国際委員会委員を2期4年間務め（2015–2019）だが、海外勤務中はCPDの獲得が難しく、20時間が適当という多くの意見を聞いた¹¹⁾。技術士の国際的活用推進のためには、海外で活躍している人がCPDを取得しやすいように業務をカウント可能にするなどの改善が望まれる。そもそもIEAのPCには業務年数やCPD時間数の定めはなく、何よりもIEAのPCによる技術者の能力評価はOutcomes評価を前提としており、英国などでは知識ではなく実績Outputによってコンピテンシーが評価されている。また、APECエンジニアはAPECEA加盟の2国間で業務免許に必要な技術的能力の審査を免除する相互乗り入れを目的とするが、豪州との相互認証にとどまっている。さらに、国際的なエンジニア登録が各国における事業発注などで考慮される仕組みも必要であり、我が国唯一の国際的に通用する資格として技術士の活動域を広げるために、日本技術士会はもとより、文部科学省や与党技術士議員連盟における政府主導の呼びかけに期待したい。

国際的に通用するエンジニアリング教育課程

日本はIEAのGAに則った技術者教育の認定に関してはWashington Accordに加盟しており、日本技術者教育認定機構JABEEが学界と産業界との連携によって大学等高等教育機関における技術者教育プログラムの審査・認定を行っている。しかしながら、JABEE認定プログラムを持つ教育機関はきわめて少なく、生物工学および関連のエンジニアリング分野では崇城大学、九州工業大学、長浜バイオ大学の3校にすぎない。したがって、技術士資格を取得するためには、IEAのGAの要件を踏まえた技術士第一次試験の合格によって、第二次試験の受験資格を獲得するのが趨勢である。我が国における国際エンジニア登録のための学歴要件も、「技術士第1次試験合格」かつ「大学等のエンジニアリング課程修了」、あるいは「JABEE認定課程修了」と定めている。これまで筆者が勤務してきた鳥取大学農学部生物資源環境学科、静岡大学農学部応用生命科学科はJABEE認定プログラ

ムではないので、筆者の研究室の学生には技術士第一次試験の受験を勧めてきた。一方、大学の国際化には留学生の受け入れが欠かせないが、海外では技術者資格を得るための条件として、Washington Accord加盟団体の認定プログラム修了が学歴要件であるケースが多く、当該国からの留学生に対してはJABEE認定プログラムを周知する必要がある。

筆者は2008年からJABEEの審査に携わり、審査長やJABEE認定基準の講師を務めた経験があり、JABEE国際委員会、農学会技術者教育推進委員会、日本生物工学会JABEE特別部に参画している。IEAが定める4-5年制大学卒業の段階で身に付けるべきとされる知識・能力GAとは、

- 1) 当該専門分野に適用できる自然科学(たとえば、計算ベースの物理)の体系的かつ理論ベースの理解、
- 2) 当該専門分野に適用可能な解析やモデル化を支援する概念ベースの数学、数値解析、統計学、一般的な内容のコンピュータ・情報科学の体系的知識、
- 3) 当該専門分野で必要なエンジニアリング基礎(専門基礎科目)に関する体系的かつ理論ベースの知識の形成、
- 4) 当該専門分野における確立した実務領域に必要なさまざまな理論的枠組および知識体を与える最先端の専門知識、
- 5) 専門分野におけるエンジニアリング・デザインの基礎となる知識(法規制、各種基準類、設計手順、経験や設計事例から得られた情報など)、
- 6) 当該専門分野において一般に、または法的に認められた技術士の業務または技術領域に関する知識、
- 7) 社会における科学技術の役割と、当該専門分野内で技術士業務実践に関して確認されている諸問題の理解、技術士の倫理および公共の安全への責任、技術士業務の経済、社会、文化、環境および持続性への影響などの理解、
- 8) 当該専門分野の研究文献における精選された知識の理解、

となっている¹⁾。JABEEでは、以上の8つの項目に準拠してエンジニアリング教育課程を審査している。特に複合的なエンジニアリング問題について、公衆の衛生と安全、文化、社会および環境に適切に配慮しつつ、定められた要件を満たす解決策をデザインし、かつ、システム、構成要素または工程をデザインする能力が、教育課程の中でどのような手段と方法で達成されるのかを重視して審査している¹²⁾。これは前節におけるIEAのPCに

準拠するものであることは言うまでもない。

前述の通り、筆者が勤務する静岡大学農学部応用生命科学科はJABEE認定プログラムではないが、筆者の遺伝ゲノム工学研究室では技術士第一次試験に最近5年間で10人が合格(このうち学部生7人)し、進路は農林水産省や県の公務員、JR、種苗会社、食品会社、大学院などである。生物系ではない技術職への採用面接で履歴書を見て技術士第一次試験に合格していることを評価された学生がいた。技術士は歴史と伝統のある資格であり、どの技術部門においても技術研鑽を経たことは専門を超えて通じるものであり、就職後も場を変えて活躍を期待している。技術士に共通するのは社会貢献への意欲であると思っている。技術者の学歴要件であるWashington Accordの8つの内容は研究室の学生達にも説明している。コミュニケーション、プレゼンテーションなど個々の能力要素のみならず、グローバルな視点で社会の課題を抽出し、社会の要求を満たすために、複合的な課題の解決をエンジニアリング・デザインする能力や社会貢献への意欲が生まれることが重要である。基礎研究による学位取得に加えて、技術士として社会課題に視野を広げることによって、イノベーションの創出に役立つことが期待される。筆者の研究室の学生も遺伝子の基礎解析から植物の品種開発まで、社会実装化する研究に意義を感じているようである。技術士第一次試験の合格者、および技術士第一次試験を免除されたJABEE認定プログラムの修了者は、「修習技術者」として実務修習に入り、初期専門能力開発Initial Professional Development (IPD)のために定められた期間(4~7年)を経て、技術士第二次試験を受験することになる。技術士であることは技術専門家として生きていくという意志表明であり、社会課題の抽出、エンジニアリング・デザイン能力、公益保存の倫理観を高める機会になるであろう。学生にとって技術士第一次試験合格が就職活動におけるインセンティブとなり、能力開発の手段として活用されることを望んでいる。バイオ関係の技術的資格は貴重であり、国際的に通用する点でも技術士(生物工学部門)を目指すことを勧める。

文 献

- 1) 国際エンジニアリング連合: 卒業生としての知識・能力と専門職としての知識・能力 第2版(2009).
- 2) 文部科学省科学技術・学術審議会技術士分科会: 技術士に求められる資質能力(コンピテンシー)(2014): https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu/7/018/attach/1408588.htm

- 3) 文部科学省科学技術・学術審議会技術士分科会：今後の技術士制度の在り方について(2016):
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu7/sonota/1381612.htm.
- 4) 富田因則：科学技術振興機構研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラムA-STEP成果集, **2020**, 39 (2020).
- 5) Tomita, M.: *Field Crops Res.*, **114**, 173 (2009).
- 6) Tomita, M.: *Genet. Res. Cambridge*, **94**, 235 (2012).
- 7) Tomita, M. and Ishimoto, K.: *Plants*, **8**, 464 (2019).
- 8) Tomita, M. and Tanaka, J.: *Genes*, **10**, 874 (2019).
- 9) Tomita, M. *et al.*: *Int. J. Mol. Sci.*, **20**, 5442 (2019).
- 10) Tomita, M. and Tanisaka, T.: *Biology*, **8**, 94 (2019).
- 11) 文部科学省科学技術・学術審議会技術士分科会：技術士制度改革に関する論点整理, ヒアリング調査結果概要(2019):
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu7/toushin/1413395.htm.
- 12) 日本技術者教育認定機構：日本技術者教育認定基準共通基準(2019年度～):
<https://jabee.org/doc/2019kijun.pdf>.

<略歴> 京都大学農学部卒, 京都大学大学院農学研究科修士課程修了, 国家I種合格, 鳥取大学農学部助手, 同准教授, 静岡大学グリーン科学技術研究所教授, 博士(農学), 学士(法学), APECエンジニア(Bio), IntPE, IEA レビューアー, 技術士[総合技術監理部門(生物工学-生物機能工学)], 日本技術士会会長表彰受賞, 専門は遺伝ゲノム工学.