

プロフェッショナルエンジニアに必要な資質・能力

聖徳大学 教授 まつむら まさあき
松村 正明

1. はじめに

我が国は、グローバル化の進展、経済社会の転換、少子高齢化社会の進行、情報通信の高度化など大きな変化が生じつつあり、それに対する対応が求められている。特に、少子高齢化が進むことは、経済成長を阻害する可能性もあり、社会経済環境の変化が著しくなっている。技術者もこのことに相応するとともに、さらに進む環境に対する

配慮や安全の確保などの課題解決が求められている。

技術士制度は、「科学技術に関する技術的専門知識と高等の専門的応用能力及び豊富な実務経験を有し、公益を確保するため、高い技術者倫理を備えた優れた技術者の育成」を図るため、1957(昭和32)年に発足した。技術士の登録者数は、第1回技術士試験が実施された1958年は345人であったが、2019年3月末では92,073人(うち女性1,763人、図-1)になっている。登録者のうち建設部門が55.0%を占め、以下、総合技術監理部

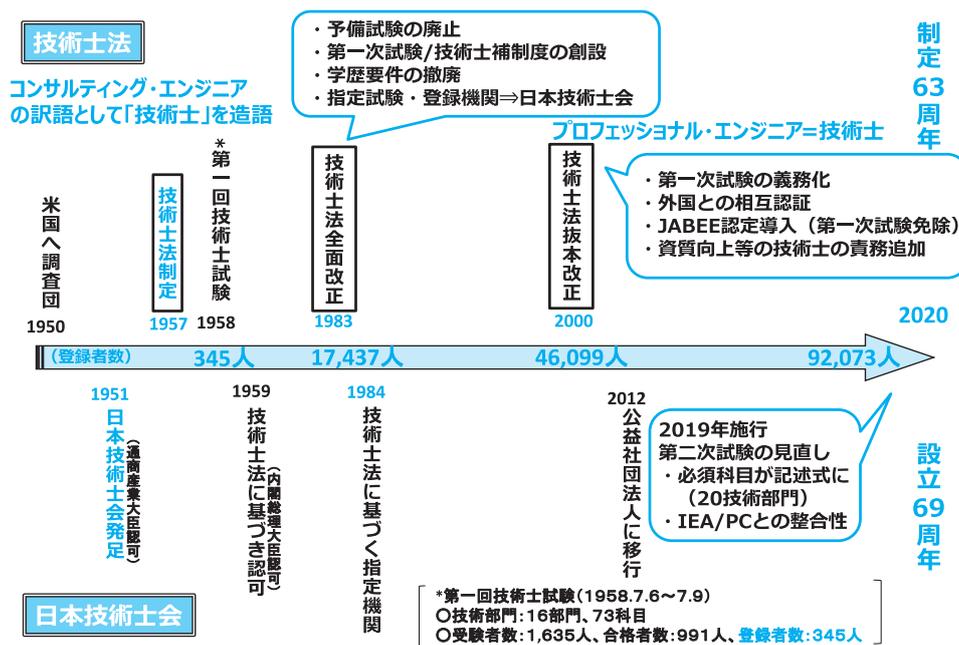


図-1 技術士法及び日本技術士会の変遷

門 16.5%, 上下水道部門 7.8%, 機械部門 6.5%, 電気電子部門 6.4%, 農業部門 5.5% の順になっており, 建設部門の技術士が技術士及び技術士制度を支えていると言っても過言ではない。

2016年12月, 文部科学省科学技術・学術審議会技術士分科会(以下, 「技術士分科会」という)における「今後の技術士制度の在り方について」の中で, 具体的な改善方策, 目指すべき方向性, 今後検討すべき事項として9項目が報告された。

その報告に技術者のキャリア形成過程における技術士資格の位置付け, 実務経験や第二次試験などの項目に初めて技術士となるための初期の能力開発(IPD: Initial Professional Development。

以下, 「IPD」という)に対する取組姿勢, 重要性等について記述された。本稿では, 今後の技術士になるためのIPDを含め, 関連する人材育成について検討したので報告する。

2. 技術者のキャリア形成過程の5ステージ

「今後の技術士制度の在り方について」では, 技術者のキャリア形成過程を5ステージ(表-1)とし, 技術士資格の位置付けを例示した。

ステージ1は, 国際エンジニアリング連合(以下, 「IEA」という)のGA(Graduate Attributes)

表-1 技術者キャリア形成スキーム(コアスキーム)(例)

	ステージ1	ステージ2	ステージ3	ステージ4	ステージ5
	高等教育機関卒業後, 技術者としてスタートする段階	技術士(プロフェッショナルエンジニア)となるための初期の能力開発(IPD)を行う段階	技術士(プロフェッショナルエンジニア)となる段階	継続研さん(CPD)や実務経験を通じて技術士(プロフェッショナルエンジニア)としての資質能力を向上させる段階	
段階	IEAの「卒業生として身に付けるべき知識・能力」(GA: Graduate Attributes)を満たす段階であり, 日本技術者教育認定機構(JABEE)認定課程の修了又は技術士第一次試験の合格の段階	技術士(プロフェッショナルエンジニア)となるための初期の能力開発(IPD)を行う期間である。基礎的学識に加え, 実務経験, 自己研さんを通じて専門職としての資質能力を備えるための段階である。期間としては, 4~7年程度の経験を積んだ上で技術士資格の取得を目指す段階	専門の技術分野に関して専門的学識及び高等の専門的応用能力を有し, かつ, 豊かな創造性を持って複合的な問題を発見して解決できる技術者として, この段階で, 技術士第二次試験を受験し, 技術士資格を取得する段階	技術士資格の取得後, 継続研さん(CPD)や実務経験を通じて技術士としての資質能力を向上させ, 自己の判断で業務を遂行することができる段階である。更に国内のみならず国際的にも通用する技術者となる段階	
技術者像	<ul style="list-style-type: none"> 専門の技術分野に関して, 一定の基礎的学識を有し, 特定の技術問題を解決できる技術者 自らの専門技術分野を自覚し, 不足する技術に関して上司から指導・助言を受け, その技術を積極的に獲得する技術者 	<ul style="list-style-type: none"> 専門の技術分野に関して, 基礎的学識に加え, 実務経験に基づく専門的見識を有し, 両者を融合させた応用能力のもとに, 複数の技術問題を解決できる技術者 自らの専門技術分野を自覚し, 不足する技術に関して積極的・自覚的に獲得する技術者 	<ul style="list-style-type: none"> 専門の技術分野に関して, 実務経験に基づく専門的学識及び高等の専門的応用能力を有し, かつ, 豊かな創造性を持って複合的な問題を発見して解決できる技術者 ステージ1・2の技術者を的確に指導できる技術者 	<ul style="list-style-type: none"> 専門の技術分野に関して, 豊富な実務経験に基づく専門的学識及び高等の専門的応用能力を有し, かつ, 豊かな創造性を持って複合的な問題を発見して解決できる技術者 隣接する複数の技術分野を通して, これらの分野全体を俯瞰できる技術者 ステージ1~3の技術者を的確に指導できる技術者 国内トップレベルの技術者 国際的にも通用する技術者 	<ul style="list-style-type: none"> 専門の技術分野に関して, 豊富な実務経験に基づく専門的学識及び高等の専門的応用能力を有し, かつ, 当該分野にかかる大規模かつ重要なプロジェクトの責任者として事業を遂行できる技術者 ステージ1~4の技術者を的確に指導できる技術者 国内トップレベルの技術者 国際的にも通用する技術者

を満たす段階であり、日本技術者教育認定機構（JABEE）認定課程の修了、技術士第一次試験の合格段階である。

ステージ2は、技術士となるためのIPDにより、技術士に求められる資質能力（基礎的学識、実務経験、自己研さんなど）を身に付ける段階である。

ステージ3は、技術士資格取得段階であり、技術分野の専門的学識、高等の専門的応用能力、豊かな創造性、複合的な問題の発見・解決ができるための能力として7項目（以下に記載）にわたる資質能力を保有する段階である。

なお、ステージ4及びステージ5は、技術士資格を取得して、継続研さん（CPD：Continuing Professional Development。以下、「CPD」という）や実務経験を通じて技術士としての資質能力をさらに向上させる段階である。

3. 技術士に求められる資質能力（コンピテンシー）の策定

技術士に求められる資質能力（コンピテンシー）については、平成26年3月、技術士分科会においてIEAの「専門職としての知識・能力」（プロフェッショナル・コンピテンシー。以下、「PC」という、表-2）を踏まえ、「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（表-3）が定められた。IEAのPCと技術士PCの対比は、表-4のとおりである。この技術士PCは、技術士試験及びAPEC（Asia-Pacific Economic Cooperation）エンジニア並びにIPEA（International Professional Engineer Agreement）国際エンジニアの国際資格登録の

表-2 資質・能力の項目（IEAのPC）

	要件	区別する特性	IEAのプロフェッショナルエンジニアの内容
1	普遍的知識を理解し 応用する	教育の広さと深さ、及 び知識のタイプ	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
2	特定の国又は地域に 関する知識を理解し 応用する	特定の知識のタイプ	自分の活動する国又は地域に特有の優れた実践の基礎となる汎用的な原理に関する高度の知識を理解し応用する
3	問題分析	分析の複雑さ	複合的な問題を明確にし、調査し、及び分析する
4	解決策のデザインと 開発	問題の性質と解決策の ユニークさ	複合的な問題に対する解決策をデザインし、又は開発する
5	評価	活動のタイプ	複合的な活動の成果及びインパクトを評価する
6	社会の保全	活動のタイプと公衆に 対する責任	複合的な活動を合理的に予見できる社会、文化及び環境に対する影響を一般的に認識し、持続可能性保持の必要性に配慮する。社会の保全が最優先事項であることを認識している
7	法と規則	この特性に関しては違 いが無い	自分の活動において、全ての法及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
8	倫理	この特性に関しては違 いが無い	倫理的に行動する
9	エンジニアリング活 動のマネジメント	活動のタイプ	一つ又は複数の複合的な活動の一部又は全体をマネジメントする
10	コミュニケーション	この特性に関しては違 いが無い	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	継続研さん	継続学習の心構えと深 さ	自分の知識・能力を維持し向上するために十分な継続研さん（CPD）を行う
12	判断	活動で得た知識のレベ ル、及び活動のタイプ に関連した能力と判断	複合的な活動にあたり、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、複合性を把握し代案をアセスメントする。このような活動の過程で、確かな判断を行う
13	決定に対する責任	責任を取るべき活動の タイプ	複合的な活動の一部又は全てに関して行う決定に対して責任を持つ

表-3 資質・能力の項目（技術士分科会のPC）

要件	内容
1 専門的学識	<ul style="list-style-type: none"> ・技術士が専門とする技術分野（技術部門）の業務に必要な、技術部門全般にわたる専門知識及び選択科目に関する専門知識を理解し応用すること ・技術士の業務に必要な、我が国固有の法令等の制度及び社会・自然条件等に関する専門知識を理解し応用すること
2 問題解決	<ul style="list-style-type: none"> ・業務遂行上直面する複合的な問題に対して、これらの内容を明確にし、調査し、これらの背景に潜在する問題発生要因や制約要因を抽出し分析すること ・複合的な問題に関して、相反する要求事項（必要性、機能性、技術的実現性、安全性、経済性等）、それらによって及ぼされる影響の重要度を考慮した上で、複数の選択肢を提起し、これらを踏まえた解決策を合理的に提案し、又は改善すること
3 マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> ・業務の計画・実行・検証・是正（変更）等の過程において、品質、コスト、納期及び生産性とリスク対応に関する要求事項、又は成果物（製品、システム、施設、プロジェクト、サービス等）に係る要求事項の特性（必要性、機能性、技術的実現性、安全性、経済性等）を満たすことを目的として、人員・設備・金銭・情報等の資源を配分すること
4 評価	<ul style="list-style-type: none"> ・業務遂行上の各段階における結果、最終的に得られる成果やその波及効果を評価し、次段階や別の業務の改善に資すること
5 コミュニケーション	<ul style="list-style-type: none"> ・業務履行上、口頭や文書等の方法を通じて、雇用者、上司や同僚、クライアントやユーザー等多様な関係者との間で、明確かつ効果的な意思疎通を行うこと ・海外における業務に携わる際は、一定の語学力による業務上必要な意思疎通に加え、現地の社会的文化的多様性を理解し関係者との間で可能な限り協調すること
6 リーダーシップ	<ul style="list-style-type: none"> ・業務遂行にあたり、明確なデザインと現場感覚を持ち、多様な関係者の利害等を調整し取りまとめることに努めること ・海外における業務に携わる際は、多様な価値観や能力を有する現地関係者とともに、プロジェクト等の事業や業務の遂行に努めること
7 技術者倫理	<ul style="list-style-type: none"> ・業務遂行にあたり、公衆の安全、健康及び福利を最優先に考慮した上で、社会、文化及び環境に対する影響を予見し、地球環境の保全等、次世代に渡る社会の持続性の確保に努め、技術士としての使命、社会的地位及び職責を自覚し、倫理的に行動すること ・業務履行上、関係法令等の制度が求めている事項を遵守すること ・業務履行上行う決定に際して、自らの業務及び責任の範囲を明確にし、これらの責任を負うこと

表-4 IEA-PC・技術士コンピテンシーにおける資質・能力の比較

基本修習課題		IEA-PC	技術士コンピテンシー
専門技術能力	基礎知識	1 普遍的知識の理解と応用	1 専門的学識
	専門知識	2 活動する場所に関する知識の理解と応用	
業務遂行能力	問題解決能力	3 問題分析	2 問題解決
		4 解決策のデザインと開発	
		5 評価	4 評価
	応用能力・課題解決能力	12 判断	3 マネジメント
		9 エンジニアリング活動のマネジメント	6 リーダーシップ
10 コミュニケーション	5 コミュニケーション		
行動原則		6 社会の保全／持続	7 技術者倫理
		7 法と規則	
		8 倫理	
		11 継続研さん*	
		13 決定における責任	

※ 11 継続研さんについては、技術士コンピテンシーの前文に記述有

ための審査基準や、技術士のCPDの達成基準として用いられる。

4. CPD と IPD の比較

人材育成のCPDとIPDの比較を表-5に示す。比較項目のうち習熟度の評価ではあまり差はないが、評価する機関、記録（登録管理）、実務経験の評価、習得プログラム等は明らかに違いが見られる。つまり、IPDは習得プログラムに沿って習熟する必要があるが、CPDは自由に行う自己研さんである。CPDは個人的にある方向への偏りが生じるが、既にPCを獲得した技術士のため基礎力があるので問題ないと考えられる。今後IPDを行うことにより、技術士となってからも技術士の責務であるCPDにスムーズに移行できると考えられる。

5. CPD の現状

日本技術士会では、2000年の技術士法改正により、技術士資質の一層の向上を図るため、資格取得後の研さんが責務と位置付けられ、2001年4月から技術士CPDをスタートした。現在、関係学協会等の外部機関等と連携を深めて、CPD行事の開催にあたっている。2017年4月にはCPDガイドライン第3版を制定し、CPD機会の少ない会員のCPD登録を促進するため、近年、進展著しいeラーニングの活用を積極的に推進することとしている。CPDの内容は、倫理、環境、安全、技術動向、社会・産業経済動向、マネジメン

ト手法、国際交流、専門分野の最新技術、関係法令、事故事例など、時々の社会的要請に対応した課題についての講演会、研修会並びに、最新技術動向の把握を目的とした先端技術を保有する企業団体や研究機関などを対象とした見学会を実施し、技術士の研さんを図っている。

6. IPD の現状

(1) 技術者育成の状況と必要性

日本の大企業は、業績が悪い時期でも人材教育については投資してきた。しかし、教育体制を維持できない企業もあり、大企業に所属していない人材にとっては、自ら学んでいける環境の整備が社会的な課題となっている（2018年10月10日 日刊工業新聞）。

企業における技術者育成についてインターネットを用いて調査すると、中堅企業より小規模な企業においては、既に社内教育を取りやめたところや、あるいは保留している企業が見受けられる。

若い技術者の課題として、企業内の業務に特化した技術については成長させることができるが、広い視野あるいは新しい知識や技術を身に付ける余裕（時間と費用）はなく、社会で必要とするイノベーションを起こすことが難しくなっている。

それ故、実務に就いてから、あるいは実務を修了した後も学べるリカレント教育には実務に有効なプログラムもあり、社会人技術者の学び直しの場にもなっている。このような教育を行う大学（市民大学）や地域フォーラムが増えてきている。

社会や企業は、高度な教育機関を修了した若手

表-5 IPD と CPD との比較

No.	比較項目	IPD	CPD
1	習熟度の評価	より高い客観的な評価	高い客観的な評価
2	評価する機関（人）	第三者（指導者・教育機関等）による評価	自己評価で良い
3	記録（登録管理）	習熟度を客観的に数値化した指標	時間等の外形的な指標
4	実務経験の評価	企業や団体での実務経験を評価	実務による学習は終了済
5	習得プログラム	指導者や教育機関発行のプログラムを受講	自主的に選択

の技術者に対し、早期に担当する業務の遂行について学んで戦力となって欲しいと期待している。そのために、業務を遂行するための技術的な知識や応用に加えて、問題解決能力、業務遂行能力、行動規範などの初期の能力開発が望まれている。さらに、若い技術者からも期待される技術者になるために、どのような内容をどこで学ばよいか、また何を学べればよいかなどがルール化されない不安になるため、いつ、どこで、誰が、いくらで、何を学べるかを教えて欲しいとの要望が出ている。

(2) IPD の現状

日本技術士会は現在、修習技術者支援委員会や青年技術士交流委員会、各部会等で第二次試験を目指す修習技術者の支援を行っているが、その支援の歴史を遡ると、修習技術者書類審査指針検討委員会報告書（2003年3月）の中で、修習技術者が技術士第二次試験を目指すために実務経験を積む過程をIPD（図-2）と定義している。その過程での課題を「専門技術能力」、「業務遂行能力」、「行動原則」に分類し基本修習課題とし、それぞれの能力要件を整理した。修習ガイドブック（第1版2002年、第2版2004年、第3版2015年1月）を作成し、課題別の年間研修会開催などの継続的支援活動を実施している。

技術士分科会による「今後の技術士制度の在り方について」の報告により、新たにIPDについて

て検討をすべく、2018年7月、研修委員会にIPDワーキンググループを設立した。設立の目的は、国際通用性を含む技術士PCを備えた技術士を育成するため、IPDの必要性の検討を深化させることであった。

ワーキンググループの目標は、基本修習課題と7つの資質能力を目標とするIPDを理念段階から実際に活用できる仕組みまで検討することであり、技術士の資質・能力の定義及び深化、能力の習得プログラム及びプロセスの具現化、習得した資質・能力の活用、CPDとの整合を目指して活動を始めた。外部学識経験者のご意見を拝聴しながら、IPDの方向性（方針）を確認、習得プログラムの検討、修習活動支援体制の構築などについて検討した。

7. 今後の課題

これまでのワーキンググループの検討を踏まえ、今後は技術士分科会のPC7項目についてIEAのPCや国際同等性などを再確認して、IPDの深堀をさらに行うことをはじめ、資質・能力に関する各項目と内容を検討することである。また、IPDの習得プログラム及びプロセスの具現化などの検討も必要で、関連学協会を連携してモデルケースを構築したいと考えている。IPD活動を進める中で、IPDの普及活動の方策、IPD

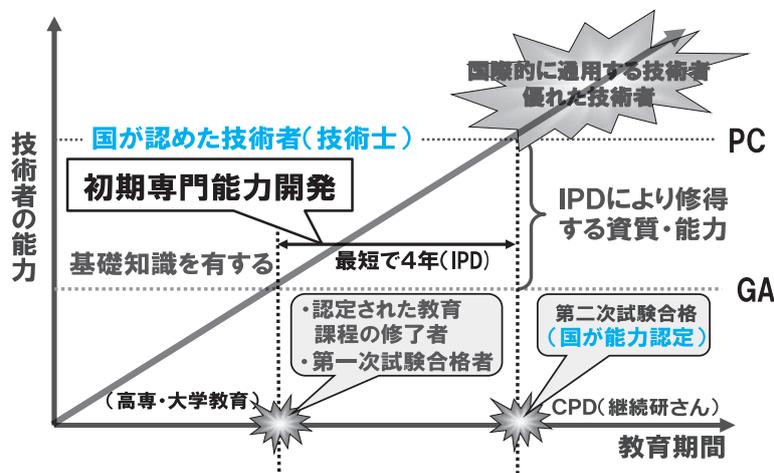


図-2 初期専門能力開発 (IPD)

に関する情報共有の場及び協議等の場の設置など、IPD 育成機関との連携が必要不可欠であると考えている。

8. おわりに

本稿は、小職が日本技術士会研修委員会技術系人材育成小委員会委員長を仰せつかっていた2019年2月、日本工学会第10回科学技術人材育成シンポジウム「我が国の科学技術人材育成の現状と課題」で講演した「プロフェッショナルエンジニアに必要な資質・能力」の内容を加筆・修正したものである。

講演時には、①資質・能力について、複合的問題を解く場合、下請的な考えでは無理なので、顕在化する前に発見する能力が必要ではないか、②資格認定について、学協会との連携が重要ではないか、③IPD 育成について、IPD 育成機関の連携が重要と考えられるがIPD 育成機関はあるか、という貴重な質問をいただいた。これらの質問に対し、①仰せのとおり、複合的な問題解決にあたっては技術士の20技術分野の連携で解決できると考えている。②今後IPD 活動を行う上で関連学協会と連携が必要である。③IPD を検討する中で他学協会の動向を調査したが、IPD と称して活動している学協会はない、と答えている。

2019年1月に技術士分科会より、「技術士制度

改革に関する論点整理」が報告された。今後取り組むべき項目の中に、IPD については「IPD 制度の整備、充実」として、各国のIPD 制度や国内のIPD 段階の教育制度等を調査するとともに、技術士資格の取得にあたってIPD 制度を用いて教育すべき内容や実施方法を検討し、具体化する。また、技術士に関するIPD 制度の実施に向け、大学等との連携を含めた実施体制の整備を進めると報告されている。本稿が関連する機関・団体の技術者のIPD 構築の一助になれば幸甚である。

最後に、これまでIPD ワーキンググループでご助言をいただいた学識経験者委員である東京工業大学名誉教授 池田駿介氏、横浜国立大学名誉教授 小泉淳一氏をはじめ、ワーキンググループ委員や日本技術士会の各委員会の委員に感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) プロフェッショナルエンジニアに必要な資質・能力, 松村正明, 日本工学会第10回科学技術人材育成シンポジウム(2019.2) http://www.jfes.or.jp/topic/topic20190304_sympo20190202_file24.pdf
- 2) 日本技術士会 概要(2019.9) https://www.engineer.or.jp/c_topics/000/attached/attach_260_1.pdf
- 3) IPD(初期専門能力開発)に関する研究と提案, 日本技術士会登録グループIPD研究会(2018.3)
- 4) 修習技術者のための修習ガイドブック第3版, 日本技術士会(2015.1) https://www.engineer.or.jp/c_topics/003/attached/attach_3637_1.pdf