

EAJ 報告書_2020-04

未来社会を見据えた科学技術イノベーションと
高度工学系人材の育成



令和3年（2021年）2月8日

公益社団法人日本工学アカデミー
未来社会を見据えた科学技術イノベーションと
高度工学系人材の育成プロジェクト

2021年2月8日

公益社団法人日本工学アカデミー

日本工学アカデミーは、工学・科学技術全般の発展に寄与する目的で設立された産学官の指導的技術者を会員とする団体です。会員の豊かな経験や知識、幅広いネットワークを活用したプロジェクトチームを中心に、広く会員外からの協力も得て、調査提言活動を進めています。その成果をまとめ、社会が目指すべき方向性に関して、官公庁、立法府、産業界、学会、研究機関等に先導的、創造的な施策を提言し、社会実装を目指します。

「未来社会を見据えた科学技術イノベーションと高度工学系人材の育成プロジェクト」は、科学技術イノベーションによる社会経済の変革と、それを支える工学系人材への期待に答えるために、10年、20年先の社会的課題や科学技術の潮流を見据え、新たな可能性を切り拓く人材の在り方と戦略的な育成方策について、日本としての施策提言の検討を進めてまいりました。今般、本報告書の原案がまとめられ、政策提言委員会での査読を受け、理事会での審査を経て、最終版を確定しましたので、工学アカデミーとしての発出を理事会で決めました。広くご活用いただくことを期待します。

本報告は、公益社団法人日本工学アカデミーのプロジェクト「未来社会を見据えた科学技術イノベーションと工学系人材の育成」の活動概要を取りまとめ、国内外一般に公表するものである。

公益社団法人日本工学アカデミー

未来社会を見据えた科学技術イノベーションと高度工学系人材の育成プロジェクト

| | | |
|------|-------|---|
| リーダー | 光石衛 | 正会員、東京大学 大学執行役・副学長 |
| P0 | 中村道治 | 副会長、科学技術振興機構 顧問 |
| 幹事 | 赤津雅晴 | 正会員、日立製作所 研究開発グループ 技師長 |
| | 石原直 | 正会員、八大学工学系連合会 事務局長 |
| | 大土井智 | 正会員、日立製作所 研究開発グループ シニアストラテジースタッフ |
| | 北村隆行 | 正会員、京都大学大学院 工学研究科 教授 |
| | 佐々木直哉 | 正会員、日立製作所 研究開発グループ 技師長 |
| | 中須賀真一 | 正会員、東京大学大学院 工学系研究科 教授 |
| | 原田香奈子 | 正会員、東京大学大学院 工学系研究科 准教授 |
| | 山崎美稀 | 正会員、日立製作所 研究開発グループ リーダ主任研究員 |
| 委員 | 大江田憲治 | 正会員、日本工学アカデミー 常務理事 |
| | 大久保達也 | 正会員、東京大学大学院 工学系研究科長 |
| | 岡島博司 | 正会員、豊田中央研究所 BR 総合企画室理事 |
| | 川合真紀 | 正会員、自然科学研究機構 分子科学研究所長 |
| | 岸本喜久雄 | 正会員、東京工業大学 名誉教授 |
| | 小寺秀俊 | 正会員、理化学研究所 理事 |
| | 坂田東一 | 正会員、日本宇宙フォーラム 理事長 |
| | 原山優子 | 正会員、東北大学 名誉教授 |
| | 橋本正洋 | 正会員、日本工学アカデミー 人材育成委員長、東京工業大学大学院 環境・社会理工学院 教授 |

注1：50音順

注2：プロジェクト発足（2019年3月4日）時点の所属

要旨

新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）によるパンデミックは、人類の「未知」が社会に「脆弱性」となって表れることを明らかにするものであった。工学は、将来にわたって、これらの脆弱性に対する対応策を検討し、実行していく責務を有する。

また、工学は、日本経済の国際競争力強化に対しても大きな責務を有する。製品・サービスを生み出すだけでなく、未来社会をデザインし、実現していく役割も担う必要がある。

本プロジェクトは、上記を前提としつつ、未来社会をけん引し、様々な取り組みを遂行できる工学人材の育成・確保のための方策について議論を行った。議論の結果、以下を提言する。

提言 1 未来社会のデザインには工学系人材の育成が必須の課題であると位置づけること

これからの社会では、未来社会を実現可能な形でデザインし、技術開発のみならず制度改革など社会イノベーションを先導できる工学人材の重要性がさらに高まる。このような状況を踏まえ、法整備を通じて、工学系人材の育成・確保を重要政策の柱のひとつとして明確化するとともに、社会が求める人材像と、それに基づく教育方針を産学官で継続的に議論する「工学系人材のあり方懇談会（仮称）」を日本工学アカデミーがリードして設けるべきである。[提言先：政府、立法府、大学、産業界]

提言 2 未来社会を見据えて工学系人材の生涯にわたる教育システムを構築すること

イノベーションを主導できる「尖った人材」及び「オーケストレーション能力を持つ人材」を育成するため、初等中等教育からリカレント教育の各段階において、時機に応じた柔軟な教育内容の充実や、社会人の学びなおしの機会の充実を図る必要がある。同時に、産業界においても、専門知識や能力を評価し活用する人事システムの構築が必要である。[提言先：文部科学省、大学、産業界]

提言 3 未来社会を創り出すためのプロフェッショナルの役割に応じた高等教育とすること

高度工学系人材は、「研究人材」、「イノベーション人材」、「ガバナンス人材」にカテゴライズできる。個々人の適性等を踏まえつつ、明確な目的を持った人材育成の実現に向けて、教員と学生の双方の根本的な意識改革とカリキュラム改革が必要である。[提言先：大学]

提言 4 グローバルに活躍する人材の体系的な育成システムを構築すること

グローバルな人材は、学校教育のみではなく、生涯を通じて育成されるものである。各教育課程段階での留学機会の充実を図りつつ、国としても、初等中等教育、高等教育、社会人教育の段階に分けて、グローバルな人材の育成のあり方を明確にして推進すべきである。また、国や産業界は、そのために必要な財政的及び人的な支援を行うべきである。[提言先：文部科学省、大学、産業界、学協会]

提言 5 産業界は、高度工学系人材の育成、能力・スキルを重視した人材活用・処遇を行うこと

産業界は、職務記述書（ジョブ・ディスクリプション）を導入し、高度専門知識や能力に対する正

当な対価を支払うシステムを構築すべきである。また、一定期間ごとに技術者（研究者を含む）へ有給の研究休暇や研修休暇を与える制度を導入し、リカレント教育の一層の浸透を図るべきである。
[提言先：産業界]

目次

| | |
|---|----|
| 1. 本プロジェクトの背景及び狙い..... | 1 |
| 2. 将来（2030～2050年）の社会で想定される変化・課題..... | 4 |
| (1) 想定される社会的・環境的变化、望まれる社会..... | 4 |
| (2) 社会的・産業的課題..... | 5 |
| (3) 社会の変化を洞察し、対応するための方法論の提言..... | 7 |
| 3. 5つの具体的提言..... | 9 |
| 提言1 未来社会のデザインには工学系人材の育成が必須の課題であるとして位置づけること..... | 9 |
| 提言2 未来社会を見据えて工学系人材の生涯にわたる教育システムを構築すること..... | 10 |
| 提言3 未来社会を創り出すためのプロフェッショナルの役割に応じた高等教育とすること..... | 11 |
| 提言4 グローバルに活躍する人材の体系的な育成システムを構築すること..... | 13 |
| 提言5 産業界は高度工学系人材の育成、能力・スキルを重視した人材活用・処遇を行うこと..... | 14 |
| 4. 提言を実現するために必要なその他の取り組み..... | 16 |
| (1) 教育研究支援体制の抜本的強化..... | 16 |
| (2) 工学系人材育成に関わる者のモチベーション維持..... | 16 |
| (3) デジタル社会をベースとした教育..... | 16 |
| (4) 将来予測及びそれに基づく資源の重点化を可能とする体制の整備..... | 17 |
| (5) 今後の更なる検討事項..... | 17 |
| 5. その他の事項..... | 19 |
| (1) 2030～2050年の社会に向けて求められる技術・取り組むべき研究開発課題..... | 19 |
| (2) 2030～2050年の社会において求められる人材像と、その育成のための方策..... | 19 |
| (3) 時代に応じた研究・人材育成に関する議論のためのプラットフォーム..... | 22 |
| 付 録..... | 23 |

1. 本プロジェクトの背景及び狙い

これまで、日本社会は、1995年の阪神・淡路大震災、1999年の東海村 JCO 臨界事故、2011年の東日本大震災などの多くの「未知」に遭遇し、その都度、社会が内包する「脆弱性」を認識し、克服してきた歴史を持つ。

また、2019年末に端を発した新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) によるパンデミックは、全世界の社会活動や経済活動に甚大な影響を与えてきただけでなく、今後の人類の社会の在り方を大きく変容させることとなった。人や物の流通が制限された社会が現実味を帯び、社会的価値・経済的価値や仕事の在り方の再定義が避けられない状況にある。

工学は、これらの未知がもたらす脆弱性に対し、継続して克服する術を提案し、実行する力となってきた。いずれの場面においても必要なのは、単なる対処療法ではなく、将来にわたり、未知がもたらす新たな脆弱性の発現にも対応しうる、幅広く、深度のある知識と、それを実際に使いこなすことができる能力である。

そもそも、近代科学の進歩は工学の発展を促し、国の繁栄と人々の豊かな生活の実現に貢献してきた。日本も、明治以降の近代化に始まって、科学技術の振興により終戦後“アジアの奇跡”と呼ばれる復興を遂げた。現在も、米国、中国に次いで世界3位のGDPを実現している。しかしながら、少子高齢化が急速に進む中、高い科学技術力を維持し、国としての競争力を向上すると共に、世界の繁栄と安寧に貢献することができるか、冒頭に述べた社会の脆弱性への対応とともに、我々に課せられた大きな課題である。

過去25年間を振り返ると、日本のGDPはほとんど伸びていない。この一つの原因は、科学技術イノベーション、とりわけデジタル技術の活用による社会経済の変革が、欧米や中国などと比べて遅れたためである。第5期科学技術基本計画では、物理世界とサイバー空間の統合を通じて Society 5.0 の実現を目指すこととしているが、情報通信分野の人材の層の薄さと保守的な社会文化が隘路であることは変わらない。特に、今般の新型コロナウイルス禍は、日本社会におけるデジタル技術の利活用の遅れを浮き彫りにし、Society 5.0 の実現において大きな課題であることを明確にした出来事と言える。

日本工学アカデミーは、我が国の科学技術イノベーション力の凋落をいかに食い止めるのかという視点で、2019年までに二度にわたり緊急提言を発出し[1-1、1-2]、目を世界に転じて、研究開発システムや人材育成を抜本的に見直すことを行政府、立法府、産業界などに強く訴えてきた。

一方、2015年の国連総会で「持続可能な開発計画 (Sustainable Development Goals, SDGs)」を含む2030アジェンダが満場一致で採択され、発展途上国・先進国を問わず、誰一人残さない持続可能で多様性と包摂性のある社会 (インクルーシブな社会) の実現のために、世界中で取り組みが続けられている。このSDGs実現に科学技術イノベーション (STI) が果たすべき役割は非常に大きい。国連はSDGs実現に向けた科学技術イノベーション (STI for SDG) を促進するための「技術促進メカニズム」 (Technology Facilitation Mechanism

(TFM)を導入し、マルチステークホルダーの議論の場の構築、優良事例等の情報共有プラットフォームの設置、関係機関の取り組みの調整を行うタスクチームの設置を進めている。優れた研究力を持つ日本が、これらの活動において、世界的な視野で主要な役割を果たすことが期待されている[1-3]。

このような状況下で、これからの工学の果たすべき役割と工学系人材の育成のあり方について、日本工学アカデミーとして議論を深めることが重要との認識が、多くの会員から寄せられた。

一般的に、理学の目的が自然世界の理解であるのに対し、工学の目的は人工物をも含む自然世界の創出にあり[1-4]、工学は、社会が持つ課題解決に直接的解法を与える責務を本来的に有する。課題が多様化し、急速に変化する社会におけるこれからの工学には、高い視座から世界を俯瞰し、社会の変革を先導して生活の質を高め、持続可能な社会の実現等、人類が今後も直面し続ける世界規模課題の解決方策を創出することが求められる。そのためには、従前の要素分析を積み上げて行う分析型研究から、様々な知識を統合して全体をデザインする統合型研究にシフトしていく必要がある。また、従来の工学分野を超えて、融合したディシプリンの工学を理解すること、さらにはディシプリンを超越した社会をデザインし、リードできることが必要となる。

これらを踏まえ、本提言における工学系人材は、「理論や技術を活用して新たな価値を創出する行為を実践する人材」と定義する。また、地球環境、経済的繁栄、国の安全保障、平和、人びとの基本的な権利などの多くの価値観が密接に関係し、社会が抱える課題が互いに関係し、より複雑化する今後の世界において、工学系人材は、単に工学系科目を履修した者だけでなく、「工学を軸としつつ人文社会学も含めた幅広い知識を持つ人材」として捉えることが適当である。これは、博士課程を修了した高度人材だけでなく、学部・修士課程の修了生など、工学系専攻を履修した、非常に幅広い人材に対する概念であり、期待でもある。また、人材育成に当たっては、人材のダイバーシティにも十分配慮する必要がある。

上記のような問題意識を共有しつつ、本プロジェクトでは、2030年から2050年の社会的課題や科学技術の潮流を見据えつつ、国際社会に向け日本がどのように貢献すべきか、また、日本が持続的に経済発展するために目指すべき姿はどのようなものかについて議論するとともに、そのためにはどのような人材を育成し、どのような研究分野に取り組むべきかについて考察し、その結果を提言として取りまとめることとした。しかしながら、今後も、科学技術予測や人材育成に関し、国内外でのさまざまな取組みを継続して分析し、日本にとって重要なテーマを抽出することが必要である。については、日本工学アカデミーがリードしつつ、上記について継続的に検討・提言する恒常的プラットフォームを構築することを提言する。本プラットフォームは、一時的なブームに流されるものではなく、多くのステークホルダーとの連携や国際活動を通じて、継続的に議論を行う場として整備さ

れるべきである。

本提言のとりまとめに当たっては、冒頭述べた通り、今般の新型コロナウイルスによるパンデミックに限らない、今後起こりうる未知に対し、フレキシブルに対処しうる高度工学系人材とは何であり、どのように育成すべきかという問題意識の下、長期的視点を持って議論を進めた。また、掛け声だけに終わらない、徹底的に社会を変えるという覚悟と、それを先導するのは専門知識を持つ工学であるという共通理解のもと、可能な限り実行可能な行動を提言としてまとめた。今後、関係各位において本報告書に記載した提言を実行されることを強く期待するものである。

[参考文献]

- [1-1] 『日本工学アカデミー緊急提言－我が国の工学と科学技術力の凋落をくい止めるために－』 (2017)
- [1-2] 『日本工学アカデミー緊急提言－我が国の工学と科学技術力の凋落をくい止めるために－』 (2019)
- [1-3] UN Technology Facilitation mechanism ホームページ：
<https://sustainabledevelopment.un.org/tfm>
- [1-4] 『テクノグローブ－「技術化した地球」と「製造業の未来」』, 吉川弘之 (1993)

2. 将来（2030～2050年）の社会で想定される変化・課題

（1）想定される社会的・環境的变化、望まれる社会

（人口問題）

2050年の世界人口は100億人に到達すると予測[2-1]され、アジアが人口及びGDPの重心になっている[2-2]と予想されている。

一方、アジアに位置する日本は、2019年から2050年までの間に生産年齢人口（15～64歳人口）が約7,500万人から5,300万人と、約2,200万人が減少すると予測されている[2-3]。

大学の人材に関しては、現在、日本の国公立大学には約291万人の学生が在籍し、この約16%にあたる46万人が工学部、あるいは工学研究科・工学系研究科に所属、このうち2.8%にあたる約1.3万人が博士後期課程に所属している。

2050年時の日本の18歳人口は、現在の約60万人から約69%の約41万人にまで減少すると予測されている。今後もこの状況が継続とした場合、2050年の日本の総大学生数は約90万人弱減少することが予想される。特に、工学系人材については、日本人工学博士は毎年770人減少し、修士にいたっては毎年9,600人減少すると予想される。

今回の新型コロナによるパンデミックにより、脱東京の動きも生じているが、長期的には、都市部への人口集中の加速による地方の過疎化の進展や、移民の増加による社会の国際化が進むといった課題も想定される。これらの変化は、社会・家族の在り方や働き方の変革をもたらす。

（社会生活の変化）

新型コロナによるパンデミックは、人類の社会生活に大きな影響を及ぼしている。輸送技術の進歩による移動の自由化が進んできた状況に制限が課せられ、デジタルトランスフォーメーションなどデジタル技術の社会における利活用が一気に加速しつつある。また、人々の移動の制限により生じた在宅勤務の増加は、都市化の抑制と人材の地産地消を促進し、地域社会の価値向上につながっていくと予想できる。

このような社会では、消費者が、モノ（生産物）ではなくサービスに価値を求める傾向が強くなると予想される。併せて、産業も、製品から価値・市場の創出中心にシフトすると考えられる。

デジタル技術の発展に伴い、コミュニケーション方法の変化が加速する。地理的な距離や年齢差の感覚、国籍や言語的な壁を意識しないコミュニケーションが実現し、アバターと呼ばれる自分の代理が遠隔地でも問題なく業務等を行うことができるようになる。また、AI技術が組み込まれた製品が日常生活に入り込み、AIがあたかも社会の一員のように認識される。

業務の自動化が、一部の仕事を喪失させつつ、新たな仕事を生み出し、また、人間と

機械との協働も進展させる。業務内容についても大きな変革が生じ、現在の職業のうち、1割は成長、2割は縮小、7割は不明との予測もある [2-4]。

自動化により喪失される仕事は、主にミドルレベルのスキルを必要とする業務と予測される。ミドルレベルのスキルによる業務には、オフィスでの事務作業が含まれており、将来、多様な人材の社会進出にも影響を与える可能性がある。

デジタル社会においては、人材に求められるスキルが変化する。具体的には、AI やロボットにできない対人間関係スキル（教育、社会的洞察、心理学、文化人類学）、高次認知スキル（独創性、思考の流暢さ、能動的学習）、システムスキル（意思決定、システム分析、システム評価、データサイエンス）等が重要になろう。

デジタル化の進展に伴って、倫理的、法的、社会的課題（Ethical, Legal, Social Issues: ELSI）に対する取り組みがきわめて重要になる。新たな科学技術の生み出す影の部分として、議論が進む一方、個人の権利侵害や無人兵器の開発等に対する脅威が増大している。

（国際動向）

新型コロナによるパンデミックは、国際社会の在り方にも変化を及ぼしている。世界で、100 億人規模までの人口増加と急速な高齢化が進む中、地球温暖化の進展、資源の枯渇、食料・水不足、生態系破壊などの課題への取り組みが SDGs であるが、特に、健康・福祉へのニーズが急速に高まっている。

このような健康・福祉や気候変動をはじめとした地球規模の課題において、2030 年は通過点である。国際応用システム分析研究所（IIASA）は 2050 年の世界を見据え、SDGs 目標の統合的解決方策について議論を行っているほか [2-5]、主要国においても将来の社会で必要とされる領域や技術について、様々な検討が行われている。日本においても地球規模の視点に立って課題を抽出し、解決に向けた取組が期待される。

地球規模での持続可能な発展と誰も取り残さない社会の実現に科学技術イノベーションは必要不可欠であり、科学技術イノベーションへの社会変化の影響を肯定的に捉え、社会的・産業的な変革を加速する国が世界をリードすると考えられる。また、持続可能な社会の実現に貢献しない企業は長期的に淘汰される。

（2）社会的・産業的課題

（デジタル技術の利活用と課題）

現在、日本の労働生産性は、OECD 諸国の中でも低い水準にあり、その要因は、製品・サービスの付加価値が向上していないとの指摘がある。今回の新型コロナウイルスによるパンデミックでは、日本社会のデジタル化の遅れ、労働慣習の弊害、国際標準的労働環境との差が顕著になった。日本の国際競争力向上のためには、より付加価値の高い製品・サービスを生産することが求められ、特に新型コロナウイルスによる勤務環境の改

革機運が高まっているこの時期にこそ大変革のチャンスである。とりわけ、電子政府の導入加速や、デジタル化による中小企業、サービス業の労働生産性の向上が急務である。また、サイバー空間も活用して他者との協働によるオープンイノベーションが進めていく必要がある。

日本は、自らが保有する多くの知的財産をうまく収益に結びつけられていない。また、他国に比べてスタートアップ数が少なく、新たなビジネスモデルを生み出すことができていない。

デジタル技術は、市場だけでなく、社会や文化にも影響を及ぼす。今後の社会では、ビッグデータを用いて社会的影響を分析・理解することが一般的になり、社会科学的・文化的・倫理的な検討も求められている。AIの透明性（追跡可能性、検証可能性、騙しのない設計、理解しやすさなど）が求められ、AIをはじめとした情報技術そのものだけでなく、AIに附帯する技術やAIに用いられる情報が重要度を増す。

デジタル格差が拡大する。情報格差だけでなく、AIをはじめとした技術格差が社会課題になる可能性がある。デジタル社会が進展した場合の社会的インパクト（デジタル格差・雇用シフト、倫理など）と、防止策や対応策を社会として検討することの重要性が高まる。

（人材に関する課題）

日本の基礎的学力は世界でも高水準であることはよく知られている。上記のような労働環境の大変革に対応しつつ、その基礎的学力を社会や産業に活かし、自己肯定感や大志の涵養に結び付ける教育が望まれる。

米国の職別待遇では、工学部において応用物理、応用化学や応用数学を学んだ者が高収入となっている。一方、日本でも、米国から5～6年遅れて応用数学や情報学専攻の人気の高まってきているが、現状では収入は高くなく、人材不足が解消されていない。能力別評価や中途採用の拡大など、終身雇用制からの脱却が焦眉の課題である。

社会で求められる知識が多様化・多量化しており、複数分野の知見を身近で習得できる仕組みを整備する必要がある。また、業務の自動化により仕事を失った人材が、再び社会で活躍できるような仕組みを整備する必要がある。主に社会人を対象とした再教育（リカレント教育）の充実など、生涯学習のための環境整備が必要である。

技術の変化がこれまで以上に早くなり、大学においても、これまでの学部・学科構成や教育だけでなく、急速な技術変化への適応性を改善するスキルのための研修やリカレント教育が求められる。

日本の社会的サービスや教育の地域格差、家庭格差が顕在化してきており、今後、さらに拡大して行くことが懸念されている。このような格差を教育や人材に加え、政策や技術を総動員して補うことが必要である。教育へのデジタル技術の導入は、欧米や他のアジア諸国と比べて大きく遅れている[2-6]。

(人材のダイバーシティに関する課題)

社会が直面する課題に対応するには複眼的視点で取り組むことが肝要であり、ダイバーシティが必要不可欠であるが、以下のとおり、日本は諸外国に比べ、進んでいる状況とは言えない。

日本の研究者に占める女性の割合は約 16.2%であり、米国の約 33.4%、ドイツの 28.0%など、諸外国に比べて非常に低い[2-7]。また、特に工学部については、学部生・大学院生のうち、女性の割合は約 15.2%と、これも低い水準にある[2-8]。

外国人留学生についても同様の状況にある。学士課程・修士課程における留学生割合は OECD 平均の約 8.1%に対して約 3.1%、博士課程における留学生割合も OECD 平均の約 23.0%に対して約 19.2%であり、いずれも低い水準にある[2-9]。また、工学部に着目すると、博士課程の留学生割合は約 42.5%と高水準であるものの、学士課程・修士課程の留学生割合は約 4.5%と低い水準にある[2-8]。世界のアカデミアにおけるダイバーシティが進む中、ライフイベントに伴う休職や配偶者の転勤に伴う離職・転職などに柔軟に対応できる環境整備や、留学生受け入れに必要な環境整備が不可欠である。

(3) 社会の変化を洞察し、対応するための方法論の提言

社会の変化の萌芽を見抜き、あるいはその潮流を創出して、社会の変革にいち早く取り組むことが肝要であり、国際競争力においても大きな影響を及ぼす。そのため、各国で将来予測の取組が行われるようになってきている。日本においても、例えば OECD における技術予測調査活動などとも連携しつつ、国内外からの情報を収集し、分析し、人材育成に関して有益な方向性を示すことが必要である。このため、産学官が糾合して議論を行い、具体的な方向性を示すことのできるプラットフォームを充実する必要がある。

また、日本がこれまで苦手としてきたデザイン思考 (Synthesis を形にするスキル) の涵養、失敗を許すトライアル実践教育など革新マインドを育成する方法論の構築が必要である。

加えて、知識の社会実装を進めていく必要があり、そのためには、哲学や社会科学等の人文科学と自然科学との有機的、効果的な連携、対話の方法論の検討が不可欠である。

[参考文献]

- [2-1] United Nation, “World Urbanization Prospects: The 2018 Revision” (2017)
- [2-2] 『2050年の世界 世界の経済力のシフトは続くのか』, PwC (2015)
- [2-3] 『日本の将来推計人口 (平成 29 年推計) 結果報告書』, 国立社会保障・人口問題研究所 (2017)
- [2-4] Pearson, NESTA, Oxford Martin School, “The Future of Skills: Employment in 2030” (2017)
- [2-5] Institute for International Applied System Analysis (IIASA), “The World

in 2050” (2018)

[2-6] OECD, “OECD PISA2018 Database” (2018)

[2-7] 『男女共同参画白書 令和元年版』, 内閣府 (2019)

[2-8] 『令和元年度学校基本調査 (確定値)』, 文部科学省 (2019)

[2-9] OECD, “Education at a Glance 2014” (2014)

3. 5つの具体的提言

これまで述べてきたように、複雑で不確かな未来社会に向けて、社会経済の持続的な成長と、社会的リスク（脆弱性）への対応を先導するのは工学系人材であり、そのような人材を確保するためには、広範かつ深みのある知識を有する工学系人材を、国全体として育成・確保する必要がある。

そのような視点に立ち、本プロジェクトとして、以下の事項を提言する。

- 提言 1 未来社会のデザインには工学系人材の育成が必須の課題であるとして位置づけること
- 提言 2 未来社会を見据えて工学系人材の生涯にわたる教育システムを構築すること
- 提言 3 未来社会を創り出すためのプロフェッショナルの役割に応じた高等教育とすること
- 提言 4 グローバルに活躍する人材の体系的な育成システムを構築すること
- 提言 5 産業界は、高度工学系人材の育成、能力・スキルを重視した人材活用・処遇を行うこと

提言 1 未来社会のデザインには工学系人材の育成が必須の課題であるとして位置づけること

科学技術イノベーション創造立国は、21世紀の日本の国是とすべきである。複雑化、広域化する社会課題に取り組むためには、社会の未来像を実現可能な形で考え、技術課題や社会課題などに分解して取り組み、改めて統合して望ましい社会を実現していく必要がある。工学（エンジニアリング）は、このような社会デザインを行い得る総合科学である。資源のない日本にとって、人材こそが最大の資源であり、政策の中心に人材育成、特に、上記のような特長を持つ工学系人材の育成を位置づけるべきである。その際、複眼的視点での社会課題の検討を加速するため、人材のダイバーシティに取り組む必要がある。

今後の工学系人材は、初等中等教育、高等教育、社会人教育における教育目的を明確に分類して育成することが必要である（詳細は提言2にて述べる）。

産学官における人材育成の取組の強化を明確な方針とするため、今般改正された科学技術・イノベーション基本法（平成七年法律第130号）に加え、新法（工学系人材育成法（仮称））を制定し、能動的に規定することが求められる。上記法律においては、工学の基盤となる知識や考え方を獲得する人材育成の重要性を指摘するとともに、社会が求める技術や人材の規模の定期的な定量及び予測と、それに基づいた初等中等教育、大学教育、大学院教育、生涯教育のあり方への反映を基本方針化し、定常的な検討体制（人材需給に関するモニタリング体制、大学の定員・授業内容等に関する検討の場）を整備することを求める。

そのため、日本工学アカデミーがリードしつつ、「工学系人材のあり方懇談会（仮称）」を設立し、産学官、国内外の有識者・関係者の協力を得つつ、その議論を主導し、その結果を関係方面に提言し、そして実現を求めていくこととしたい。

提言2 未来社会を見据えて工学系人材の生涯にわたる教育システムを構築すること

社会が直面する主要な地球規模課題として、環境・エネルギー、食料・水、健康、レジリエンス、格差解消などを挙げることができよう。将来の人材は、これらの社会的課題を理解し、そのうえで、自らがこれらにどう取り組むべきかを考えること、そして、それを踏まえて自らのキャリアを考えていくことが求められる。

社会変革（イノベーション）を主導していくには、新しい市場を認知し、革新的なアプローチを提案できる「尖った人材」と、様々な分野の人と協調しつつ全体システムの構成を戦略的に作っていく「オーケストレーション能力を持つ人材」が必要である。これらの能力を多くの人材に習得させるためには、初等中等教育からリカレント教育まで、各段階における教育内容を改めて検討する必要がある。

これまでの日本の強みは、質の高い義務教育課程、望めばほぼ全員が入学することができる高等学校、大学の充実度に起因する部分が多い。今後は、これらの枠組みの良さを活かしつつ、教育機関における教育の質の向上、すなわち時機に応じた柔軟な教育内容の充実や、社会人の学びなおしの機会の充実を図る必要がある。同時に、産業界においても、専門知識や能力を評価し活用する人事システムの構築が求められる。

<初等中等教育段階>

- ・ 初等中等教育では、言語（ここでは、リテラシーとしての言語と、文化としての言語の両方の意味を含む）、数学、理科、社会という基礎能力の習得を確実に行うことが重要である。
- ・ そのうえで、より広い学問的受容性を獲得するため、文系・理系の単純な分離を止め、幅広い知識を習得させるべきである。
- ・ また、人類社会の一員として、将来にわたって持続可能な社会を構築するため、地球規模課題をきちんと認識し、自らこれに対応する意欲を持つことも必要である。
- ・ 現行の学習指導要領においても、「今日の科学や科学技術の発展はめざましく、その成果が社会の隅々にまで活用されるようになっている。このように急速な進展に伴って変化した内容については、その変化に対応できるよう学習内容を見直す」こととされており、教育現場の創意工夫により機動力のある教育が可能である。今後は、教員の再教育や新たな学説を授業に取り込む際のガイドラインの策定など、これを支援することが求められる。
- ・ イノベーション人材を能動的に育成するための方策として、米国のギフテッド教

育 (Gifted & Talented Student Education) のように、工学系人材の英才教育制度を設けることも検討されるべきである [3-1]。例えば、1 学年人口の 0.01% (年間 100 名程度) を目途に、特別な能力を持つものに対して英才教育を実施する教育機関を設ける。その教育には大学学部教育と連携しつつ、社会的課題に接する機会を確保した特例教育 (イノベータ英才教育制度 (仮称)) を設ける。

<高等教育段階>

- ・ 詳細は提言 3 で述べるが、学士課程、修士課程 (博士前期課程)、博士課程 (博士後期課程) それぞれの目的に応じた学習内容を設定すべきである。

<生涯教育>

- ・ 社会人教育においては、異なる分野の十分な知識を短期間に習得することが求められる。技術の多様化を背景に、年齢や職業経験に応じて外部機関を適切に利用した学びなおしの機会の導入を進める。これにより、生涯を通じて工学的な能力を高めるとともに、複数専攻の高度工学系人材育成に取り組む (詳細は提言 5 にて述べる)。

各教育段階においては、ダイバーシティへの配慮も必要である。

例えば、算数・理科を好きな科目と答える子どもの割合は、男子小学生で 74.6% (算数)・80.2% (理科)、女子小学生で 62.1% (算数)・70.2% (理科) と高い数値であるのに対し、中学生になると、男子で 61.0% (数学)・60.7% (理科)、女子は 48.5% (数学)・42.4% (理科) と大きく下落する。特に、女子の下落が大きく、初等中等教育段階における女子の理数系への関心を維持が急務である [3-2]。

また、工学部の女子学生割合の向上も必要である。全学部を平均した女子学生の割合は 45.1% であるが、工学系の女子学生の割合は 15.4% と、低い水準にある [3-3]。各大学は取り組みを加速しているが、女子学生受け入れのための環境整備に加え、女性工学系人材のロールモデルを示す必要がある。

提言 3 未来社会を創り出すためのプロフェッショナルの役割に応じた高等教育とすること

高等教育においては、社会が直面している地球規模課題や将来の日本の競争力に必要な技術・知識を理解し、自らが解決に参画していくような意欲を持った人材の養成が求められる。高等教育が目指す目標は、「知識」に加え、その後の人生を通じての「学習意欲」、そして様々な課題に普遍的に適用できる「考え方」を習得することと言えるが、今後の社会では、特に課題を一般化し解決できる「考え方」の習得がより重要になる。

学士課程では、まず、工学の標準的なシラバスに基づく普遍的な基盤知識を獲得するこ

とが不可欠である。また、それに基づいて、社会が求める合理的考え方（優れたモノづくりや使い方に関する考え方）を有する基盤人材を育成することが求められる。また、文理を問わない幅広い知識に触れることが重要である。加えて、得た知識に基づき、与えられた課題に対して仮説・検証・立証の論理的思考の習得し、デザイン思考で様々な課題を解決する人材の育成を求められる。

修士課程（博士前期課程）では、大きな課題の中で自律的に問題点を見つけ出し、その解決に挑戦できる技術的中核人材の育成が求められる。また、教員のサポートの下、課題研究やフィールドワークを通じて、敢えて挑戦・失敗することを体験する重要な期間としても位置づけられるべきである（この際、教員は、学生に失敗を経験できるよう指導）。加えて、複数専攻及び他研究科や他大学の講義出席を可能とし、幅広い視野・人的ネットワークを構築すべきである。

博士課程（博士後期課程）では、工学課題に関する自立的な研究を通じて、高度な工学知識と工学的思考能力を有しつつ、柔軟な思考ができる高度人材の育成が求められる。これまでも博士人材育成のため、様々なプログラムが実施されてきたが、これらのプログラムでの取り組みを整理しなおし、実質的に有効な教育システムとして具体的な取り組みを教育現場に取り入れる必要がある。

本プロジェクトでは、高度人材（概ね修士2年生段階での分化をイメージ）を以下のカテゴリーに分類した。これらの人材群に応じ、個々人の適性等を踏まえつつ、明確な目的を持って人材育成を行うよう、教員と学生の双方の根本的な意識改革とカリキュラム改革が必要である。

| | |
|------------------|---|
| 研究人材 | 研究によって新しい知識を生み出し、それを社会の発展に役立てる人材 |
| イノベーション人材 | 科学技術を基盤として、他者と協働しつつ基礎研究からマーケット開拓までのイノベーションや社会的課題解決に取り組む人材 |
| ガバナンス人材 | 技術を基盤として、政策・経営戦略の企画・立案や社会システムへの導入及びマネジメントを行う人材 |

新型コロナウイルスによるパンデミックを経て、これらのカテゴリーに共通して、科学技術と市民社会や政治のインターフェースを担うスキルの重要度は、今後ますます高まると予想される。そのため、工学系人材は、専門的知見をわかりやすく共有する能力を基本的スキルとして身に付けておく必要がある。専門家とは、単に多くの知識を持つ人材ではなく、未知の事象が起きたときに、自らの意見を他者に伝えることができる人材であり、工学系人材は、このような人材になることが求められる。

また、前述の通り、社会のニーズを背景として産学官として高度人材育成を検討する常設の場「工学系人材のあり方懇談会（仮称）」が必要である。

提言4 グローバルに活躍する人材の体系的な育成システムを構築すること

今後、グローバル化が進み、より一層知的距離感が小さくなる世界において、技術に携わる者は、国際的な視点や、最低限の知識・スキルを身につける必要がある。グローバル化とは、単なる国際化ではなく、他国の文化や価値観を許容し、尊重することである。特に、今後の地球規模課題を解決し、経済成長を支える責務を担う工学系人材は、国際的な視点・ネットワークを持ち、グローバル化した社会で活躍するために必要なスキルを持つ人材である必要がある。

グローバルな人材は、学校教育のみで完成するものではなく、生涯を通じて育成されるものである。グローバルな人材の育成に関し、各教育課程段階での留学機会の充実を図りつつ、以下のような狙いを念頭に置きつつ教育が行われるべきである。国としても、初等中等教育、高等教育、社会人教育の段階に分けて、グローバルな人材の育成のあり方を明確し、推進すべきである。また、国や産業界は、そのために必要な財政的及び人的な支援を行うべきである。特に、今般のコロナによるパンデミックを受け、国際交流の在り方が変質しつつある。今後は、より能動的に交流の場に参加していく必要がある。

<初等中等教育段階>

基礎的学力のほか、国際動向・国際的社会的課題など国際的事項に関する基礎知識を習得するとともに、その知識の一端に実際に接する場を設け、国際的基礎感覚を有する人材を育成する。

<大学：学部教育段階>

工学の基礎知識に基づく国際交流の場を設け、技術基盤の国際的感覚を有する人材を育成する。

<大学：修士課程教育段階>

専門分野の知識に基づく国際交流の機会を義務付け、科学技術的課題についての交流能力を育成する。

<博士課程教育段階>

研究に関する緊密な国際交流の機会を義務付け、先端科学技術に関する高度な交流能力を育成する。

<社会人教育段階>

地球規模視点での社会的価値の創出とソリューション創出に加え、緊密な国際交流の機会を義務付け、様々な地域・分野との融合を通じた新たな知識及びネットワーク

の形成及び協調性を育成する。

今後の博士人材には、高い専門性を持ちつつ、社会環境の変化にフレキシブルに対応できることが求められ、そのため博士課程教育が行われる必要がある。例えば、大学教員や執行部に国際経験を必須化する、外国人の登用を積極的に進める等、国際的視点での教育改革に取り組む必要がある。

日本の学校の国際的な協創環境を整える必要がある。そのため、現場の事務対応能力や施設・設備等、ソフト・ハード両面での環境整備を早急に行う必要がある。

また、知識のダイバーシティ化を図るとともに、人口動態の変化に対応するには、留学生の活用も不可欠である。現状、国公立大学の学部生の3.3%、大学院生の21.1%が留学生となっており、これらの高度人材を日本の国際競争力に活用する必要がある。産学官が協働して、日本語によるコミュニケーション能力の習得等、日本での就職を更に促進するための取組が求められる。

また、企業人材に対しても、国際的感性を磨き、人的ネットワークを維持・充実させるべきである。

提言5 産業界は高度工学系人材の育成、能力・スキルを重視した人材活用・処遇を行うこと

技術の進展が早く、予測しえない発展をとげつつある現代においては、技術基盤といえども従来の学部、修士教育のみにおいて習得することは難しくなっている。技術者は、社会に出た後も、常に知識や考え方について研鑽を積み、その能力向上を図る必要がある。また、博士人材を産業界は積極的に評価し雇用すべきである。世界では、そのような人材（特に博士人材）の争奪が始まっている。

工学系人材の育成は、大学在学中のみで行われるものではない。国や産業界は、例えば、社員教育の場として大学と連携する、学び直しの機会を保障するなど、その研鑽に対して適切な活用・処遇を考えるべきである。また、高等教育機関やアカデミアは、その生涯にわたる教育について体系的な準備をすべきである。

日本企業では、欧米のように十分な職務記述書（ジョブ・ディスクリプション）が示されているとは言い難い。まずは、業界内での共通理解を早急に得つつ、採用・異動に当たり、求める専門知識を明示し、適正な処遇を行う人事システムを早急に構築し、ジョブ型採用を拡大すべきである。これによって、高度な能力を有する人材の流動化を促進するとともに、その高度専門知識や能力に対する正当な対価を支払うシステムを構築することができる。

産業界において、博士人材は即戦力であり、自ら課題の本質を見つけ出し、解決方策を導き出す人材であることが求められる。すなわち、博士課程教育は高度な工学系人材育成の根幹である。社会は、提言3で示した多様な高度人材どのように求めているのか、産業

界から具体的な要請を示す必要がある。そのうえで、大学と産業界の間で、カテゴリ一別の人材像を共有し続けることが求められる。併せて、青年期だけでなく、社会人リカレント教育段階においても、これら共有された人材像に従った人材育成が行われることが求められる。

大学は、上記人材像を踏まえたカリキュラム策定を行うとともに、社会人リカレント教育を受け入れるための体制整備が必要である。

企業は、寄付講座や企業研修の他社・教育機関へのオープン化を進めるなど、大学とともに人材育成機能を担う意識への改革が必要である。

また、リカレント教育の一層の浸透を図るため、一定期間ごとに技術者（研究者を含む）へ有給の研究休暇や研修休暇を与える制度の導入を求める。技術者は、この期間を利用して大学等において新技術の基盤知識を得るとともに、イノベーションに必要なマインドを涵養する。また、高度人材の特性を考慮しつつ、社会人の学位プログラムを産業人材育成の一環に位置付けるべきである。

予測できない事態が頻繁に生じる変化の激しいこれからの国際社会において、産業界がグローバル競争力を強化するためには、多様な視点やバックグラウンドを持つ人材の確保と育成が必須となる。特に、工学分野では女性の活躍がなかなか進まないという深刻な状況にあり、初等中等教育から企業での活躍まで一貫した取り組みが必要である。一昔前は、企業の多様性推進が大学等の取り組みを牽引する状況にあったが、昨今は大学等の多様性が進み、企業がこれを追随する状況になっている。企業は大学との連携を強化しつつ、旧来からの慣習や思い込みに基づく人材評価を脱し、新たな評価に基づく人材育成と人材確保の強化が必要である。これらを通じ、女性や若手人材の積極的な育成・採用・登用の具体策とその実行が求められる。

[参考文献]

- [3-1] 米国教育省ホームページ <https://www2.ed.gov/programs/javits/index.html>
- [3-2] 『男女共同参画白書 令和元年版』, 内閣府 (2019)
- [3-3] 『令和元年度学校基本調査 (確定値)』, 文部科学省 (2019)

4. 提言を実現するために必要なその他の取り組み

(1) 教育研究支援体制の抜本的強化

新型コロナによるパンデミックは、全世界の教育環境を大きく変貌させた。今後、教室での一斉授業から、ネットワークを活用した授業へと大きくシフトする可能性がある。このような前提で、今後の教育支援体制を改めて考える必要がある。

そもそも、日本の研究者1人当たりの研究支援者数は0.24人であり、日本の研究者を取り巻く環境は、中国の1.29人、ドイツの0.64人、英国の0.44人に比べ、非常に劣悪であると言わざるを得ない[4-1]。

また、工学分野における大学教員等の研究時間割合は平成14年には48.2%であったが平成30年には38.2%に減少しており、職務活動時間の実に2割が学内事務等に費やされている[4-2]。

そのほかにも、例えば、研究活動の国際化が進んでおり、教育研究支援者の英語能力は、組織の研究力を左右する要因の一つとも言える状況にある。

今後、本提言をはじめとした日本の教育の質の向上に当たっては、教育研究支援者の増員・資質向上のほか、特に公的資金における申請や契約事務作業の軽減、各種申請・届出等のオンラインシステムを直ちに導入するなど、研究者が研究に集中して取り組み、能力を最大限に発揮させるための支援体制の充実を早期に実現する必要がある。

また、優れた人材が研究支援者になることが必要であり、教育研究支援者の処遇改善が不可欠であることは言うまでもない。

(2) 工学系人材育成に関わる者のモチベーション維持

これまでより、さらに細かな、かつ体系的・中期的視点に立った人材育成を行うためには、様々な実現場において、研究者、技術者の主体性を発揮させつつモチベーションを向上させることが重要である。高いモチベーションは、より主体的な人材の育成につながるものである[4-3]。

また、これを支援する者の指導や啓発等、いわゆるコーチング文化の醸成も重要になる。教育研究において、教員等の熱意や教授手法が最も重要であることは言うまでもないが、組織文化としてコーチングスキームを構築し、また、それを組織の特性として位置づけることにより、リカレント教育も含めた人材育成機関として有益である。産学連携による議論の場が必要であろう。

(3) デジタル社会をベースとした教育

現在、大学に在学する学生やそれよりも若い人材は、デジタル社会に生まれ、育った人

材である。また、今後、社会のデジタル化は一層加速することが確実であり、今後の超サイバー社会における教育の内容は、デジタル化が進んだ時代に合致したものとする必要がある。オンライン授業の増加やEd-Techの浸透といった教育手法への適合だけでなく、SNSなどのますます進化・変貌するコミュニケーション手段への適合、膨大かつ多様な情報の取捨選択、ネット社会における価値観の多様性の受容など、現状の教育課程にはないスキルが求められる。今後の教育では、初等中等教育段階からこれらのスキルを習得しつつ、より広い人的ネットワークを構築し、活用していくことが求められる。

(4) 将来予測及びそれに基づく資源の重点化を可能とする体制の整備

将来の地球規模の社会的課題や日本の競争力強化に確実に対応できるよう、日本が持つ様々な資源（財政資源、人的資源等）の配分のシステムを再構築する必要がある。そのため、アカデミアが持つ世界的兆候・動向を把握・整理し、直接政策に反映できるような仕組みが必要である。

また、政府は、基盤的分野への確実な支援を通じた研究分野の裾野拡大に加え、上記アカデミアからの情報を基に、重要と思われる分野に研究費や人材が配分されるシステムを導入する必要がある。その際、前年踏襲主義で硬直した資源配分ではなく、より高い視座から、社会的課題等に対応するための資源配分を思い切って実施する覚悟を求める。

(5) 今後の更なる検討事項

今後の工学系教育の検討に当たっては、将来の産業動向・技術動向の予測を踏まえて行う必要がある。今般の新型コロナウイルスによるパンデミックは、将来の産業構造やニーズの高い技術のあり方も大きく変化を及ぼす。今後、日本工学アカデミーの「科学技術イノベーション 2050 委員会」における議論なども踏まえつつ、議論を深めていく必要がある。

また、社会人をはじめとした人材の学び直しは、人材の最大活用という点で今後の日本に非常に重要な要素となる。単なる二度目の大学生活を過ごすのではなく、社会で役立つ実学を短期間で学び、複数軸を持つ即戦力人材を育成するという視点で、産学融合による推進を図る必要がある。この点についても、今後、産業界のニーズ等を汲み上げつつ、さらに議論を深化していく必要がある。

[参考文献]

- [4-1] 文部科学省 科学技術・学術政策局『科学技術要覧 平成30年度版(2018)』
- [4-2] 文部科学省『平成30年度大学等におけるフルタイム換算データに関する調査(概要)』

- [4-3] 古川雅也『モチベーション理論における主体性概念の探究』（産研論集（関西学院大学）43号）（2016）

5. その他の事項

以下は、提言本文には含めていないが、とりまとめに際し、講師及び委員からの意見や先行事例として議論に活用した報告書であり、提言を補足する情報として掲載する。

なお、「工学教育検討委とりまとめ」は「大学における工学系教育の在り方について（中間まとめ）」（大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会，平成29年（2017年）6月）、「グランドデザイン答申」は「2040年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申）（中教審第211号）」（中央教育審議会，平成30年11月26日）である。

（1）2030～2050年の社会に向けて求められる技術・取り組むべき研究開発課題

（未来社会でも求められる技術）

- ・ 人々の要求が個人ベースに分化し、サービスを享受するまでの時間が短くなる。サービスと消費者とのインターフェース技術の重要度が上がる。
- ・ 消費者ニーズを的確に導き出し、提示する技術が一般化する。
- ・ 人の幸福度が測定されるようになり、家庭・社会で幸福度をベースにしたサービスが展開される。
- ・ 機器の小型化とネットワーク化、遠隔化により、高度なサービス（医療サービス、購買サービスなど）がより安易に得られる。

（取り組むべき研究開発課題）

- ・ Society5.0や第4次産業革命など、情報技術の社会適用が加速することは明らか。個々の技術をボトムアップ的に研究することに加え、サービスの視点からバックフィット的に研究課題を抽出する研究手法も早急に取り入れる必要がある。
- ・ 技術の進歩に伴い、技術及びデータの信頼性、AIの透明性などの重要度が向上する。データ技術だけでなく、技術の倫理性に関する研究開発に取り組む必要。
- ・ 地球規模で、安全・安心な生活への要求が高まることが予想される。遺伝子組み換え、再生医療、ナノテクノロジーなどを利用したサービスの安全性確保、自然災害の被害の低減などがあらゆる場所で求められる。現状の産業構造にはない、高い視座での研究開発が必要。
- ・ 他国と比較して、オーバーコンプライアンスや紙・印鑑文化、会議の多さによる効率低下は明らか。研究者が研究に注力できるよう、またスピード感のある研究を行えるよう、環境や人員を整備する必要がある。また、IoTの活用による研究管理システムの導入など、産学官で研究のしやすさの向上を図る必要。

（2）2030～2050年の社会において求められる人材像と、その育成のための方策

(人材像)

- ・ 現状の人材には課題を分析 (Analysis) する能力が求められるが、今後は様々な課題や要素を統合 (Synthesis) する能力が求められる。
- ・ 将来の社会像を問わず、自ら課題を見つけ、解法も導き出せる人材が求められる。この能力は、文系・理系を問わず求められる能力であるとともに、幼児期から涵養されるべき能力。
- ・ 未来の人材には、専門的知識だけでなく、一般的問題解決能力や複雑な問題解決能力の要求が高いと予想。また、社会的スキル、プロセススキル、システムスキル、認知能力などの要求も高いと予想。これらの要求スキルは、いずれかの特定の分野に明確に属するスキルではなく、未来の専門環境に必要な人材は、社会的関係、総合的判断能力、融合的スキルなどが組み合わされて与えられた状況を迅速に把握し、問題導出と解決過程での能力を持った人材が要求される。
- ・ 適性や志向にあわせた多様な人材育成が必要であり、そのためにも多様な人材を許容する評価指標や評価体系が必要。すべての人材がリーダーになる必要はなく、コミュニケーションを苦手とする人材も評価され、活躍できる社会が求められる。多様な人材を生かすようなマネジメントができる人材が必要。
- ・ 人材教育を担う側の人材の育成が重要。若手人材を鼓舞するだけでなく、具体的な問題解決手法や必要な知識を教えることができる専門能力を持った人材が必要。
- ・ 一人の学生にすべての能力 (原理・原則を理解する能力、構想力、アイデア創出能力、問題発見能力、課題設定能力、モデル化能力、課題解決・遂行能力) を教えるのではなく、人材のダイバーシティを確保することが必要。〈工学教育検討委とりまとめ〉
- ・ スペシャリストとして専門に関する深い知識に加え、異分野との融合・学際領域の推進も見据えることができるジェネラリストとしての知識・視野を持つ人材を育成することが重要。〈工学教育検討委とりまとめ〉
- ・ 情報通信技術の進展を踏まえると、製造業と非製造業の橋渡しができる人材、デジタルツイン機能を代表とするバーチャル空間とリアル空間の融合等を俯瞰的に把握できる人材を育成することが必要。〈工学教育検討委とりまとめ〉
- ・ テクノロジーが急速に変化し、これを使いこなすために、変化への適応力が必要となる。〈グランドデザイン答申〉
- ・ 基礎的で普遍的な知識・理解等に加えて、数理・データサイエンス等の基礎的な素養を持ち、正しく大量のデータを扱い、新たな価値を創造する能力が必要。〈グランドデザイン答申〉
- ・ 文理横断的に、専攻分野だけでなく、思考力、判断力、俯瞰力、表現力の基盤の上に、幅広い教養を身に付け、高い公共性・倫理性を保持しつつ、時代の変化に合わせて積極的に社会を支え、論理的思考力を持って社会を改善していく資質を有する人材 (21 世紀型市民) が多く誕生する。〈グランドデザイン答申〉

- ・ AI などの新技術を使っていく側として、読解力や数学的思考力を含む基礎的で普遍的な知識・理解と汎用的な技能を持ち、その知識や技能を活用でき、技術革新と価値創造の源となる飛躍知の発見・創造など新たな社会を牽引する能力が求められる。〈グランドデザイン答申〉

(取組み)

- ・ 優秀な人材が地域、地方に積極的に流れて、活躍できる、評価される仕組み、環境の整備が必要。
- ・ 海外ではキャリアチェンジの際に学びなおしを行う。学びなおしを許容する社会への変革が必要。また、自らに投資するという意識改革も必要。
- ・ 次の課題などに向けた教育カリキュラム策定が必要。
 - ① コア技術を日常の課題にどのように適用するか
 - ② どのように複雑で挑戦的な状況进行处理するか
 - ③ どのように変化する環境にアクセスするか
- ・ モチベーション向上のための多様なパターンの施策の検討が必要。
- ・ 多様な人材育成を実現するために、様々なカリキュラムを自らが選択できるような教育体系が必要。また教育をする側の人材の育成と遠隔教育や企業と連携した教育を実現する体制が急務。遠隔教育の拡大などを通じて、居住地に変わらず人材育成が進むような取り組みが必要。特に初等・中等教育における遠隔教育を実現するためのインフラ整備は喫緊の課題であり、海外との交流にもそのようなインフラが活用される必要。
- ・ 教育や研究の地域格差解消と地方創生の観点からも地方における初等・中等教育に地元の企業が携わることが有用。
- ・ 社会的課題を解決するための応用技術だけでなく、基礎科学への継続的な投資が必要。使命感で動く研究者と好奇心で動く研究者の両方が必要。
- ・ これまでの現場的実学重視の帰納的プロセスに基づく工学教育から、構成的仮説演繹プロセスに基づく教育にシフトする必要。〈工学教育検討委とりまとめ〉
- ・ 学科・専攻定員制度の見直し、学位プログラム制の導入、学部段階における基礎教育の強化、卒業論文のあり方を見直し、学士・修士課程における他分野理解、博士課程教育におけるリーダー育成、ダブルメジャーシステムの推進、教員組織・雇用形態の多様化・柔軟化、教員の意識改革・能力開発、カリキュラムの体系化〈工学教育検討委とりまとめ〉
- ・ 義務教育段階でのプログラミング教育の必修化、工学系学部段階における情報教育の強化充実、各専攻分野に応じた情報教育のコアカリキュラム化、産学連携による教育プログラムの開発・実施〈工学教育検討委とりまとめ〉
- ・ 高等教育機関が、その多様なミッションに基づき、学修者が「何を学び、身に付けることができるのか」を明確にし、学修の成果を実感できる学習を実施。このため

の多様で柔軟な教育研究体制が各高等教育機関に準備され、このような教育が行われていることを確認できる質の保証のあり方に転換。〈グランドデザイン答申〉

- ・ 高等教育は、国内の教育機会の提供の段階から、高等教育がまだ充実していない地域での教育機会の提供の段階、MOOCをはじめとするオンラインでの教育機会の提供の段階へとあり方の多様化が進み、広がりを見せている。〈グランドデザイン答申〉
- ・ 特に高校教育において、統計教育(数学)、理数探求基礎あるいは理数探求(理数)、プログラミング・ネットワーク・データベースの基礎(情報)、データサイエンス(情報)の充実が必要。〈グランドデザイン答申〉
- ・ 高等教育の質の保証にあたり、授業以外の学修時間を増やすこと、各高等教育機関が自らの「強み」を発信・情報公表すること、大学設置認可・大学評価の厳格化のため設置基準解釈の明確化、設置計画履修状況等調査や認証評価の結果を踏まえた厳格な対応などを実施。〈グランドデザイン答申〉

(3) 時代に応じた研究・人材育成に関する議論のためのプラットフォーム

- ・ 地域における高等教育のグランドデザインが議論される場が常時あり、各地域における高等教育が、地域のニーズに答えるという観点からも充実し、それぞれの高等教育機関の強みや特色を活かした連携や統合が行われていく。〈グランドデザイン答申〉

付 録

未来社会を見据えた科学技術イノベーションと工学系人材の育成

1. 目的

近代科学の進歩は工学の発展を促し、国の繁栄と人々の豊かな生活の実現に貢献してきた。しかしながら、過去 20 年間、我が国の GDP がほとんど伸びていない。この現実を直視し、今後急速に少子高齢化が進む中で、地球規模課題の解決を図りつつ、競争力を如何に伸ばすかが問われている。まさに危機をチャンスに転換する政策が求められているとあって過言でない。

このために、科学技術イノベーションによる社会経済の変革と、それを支える工学系人材への期待が大きい。これに答えるために、10 年、20 年先の社会的課題や科学技術の潮流を見据え、我が国が目指すべき姿を描きつつ、どのような研究分野に先行的に取り組むべきか、どのような人材を育てるべきか、などについて深い洞察が求められる。

本調査研究では、新たな可能性を切り拓く人材の在り方と戦略的な育成方策について検討するためのプラットフォームを構築し、検討結果を政策に反映させるための提言活動を行う。

2. 検討内容

本調査研究では以下のテーマに取り組む。このプロジェクトは一つの報告書や提言を出して終了するものではなく、日本工学アカデミーの基盤事業として、定期的に取り組むことを目指す。

(1) 2030～2050 年における社会的、産業的課題の抽出

2050 年頃を見た未来予測のこれまでの手法や報告を精査し、有識者へのアンケートや聞き取り調査等を加えて、我が国が目指すべき姿を描きつつ、その実現に向けた社会的、産業的課題を明らかにする。

(2) 新しい科学技術潮流の俯瞰

最先端の研究者との議論や、さまざまな兆候調査の公開情報、欧米、中国などの先行研究プログラムなどを参考に、分野毎、あるいは分野横断的な科学技術潮流（人文学、社会科学を含む）を予測する。

(3) 今後目指すべき科学技術イノベーションの提案

我が国として今後目指すべき科学技術イノベーションとその推進方策を提示する。

(4) 大学における工学系人材の育成策の提案

人材育成や高等教育の在り方について、一般的な資質の向上加えて、未来社会を目指して、何を如何に学ぶべきかにまで切り込んで議論する。

3. プロジェクト体制

本プロジェクトは、人材育成委員会活動の一環として、以下の体制で推進する。

プロジェクトリーダー：

光石衛 東京大学大学執行役・副学長

メンバー（五十音順）：

赤津雅晴 日立製作所研究開発グループ技師長
石原直 八大学工学系連合会事務局長
大江田憲治 日本工学アカデミー常務理事
大久保達也 東京大学大学院工学系研究科長
大土井智 日立製作所研究開発グループシニアストラテジースタッフ
岡島博司 豊田中央研究所 BR 総合企画室理事
川合眞紀 自然科学研究機構分子科学研究所長
岸本喜久雄 東京工業大学名誉教授
北村隆行 京都大学大学院工学研究科教授
小寺秀俊 理化学研究所理事
坂田東一 日本宇宙フォーラム理事長
佐々木直哉 日立製作所研究開発グループ技師長
津田博司 科学技術振興機構社会技術研究開発センター企画運営室長
中須賀真一 東京大学大学院工学系研究科教授
原田香奈子 東京大学大学院工学系研究科准教授
原山優子 東北大学名誉教授
山崎美稀 日立製作所研究開発グループリーダ主任研究員

EAJ 担当理事・委員長：

中村道治 副会長、科学技術振興機構顧問
橋本正洋 人材育成委員長、東京工業大学大学院環境・社会理工学院教授

4. スケジュール（案）

2018年12月 プロジェクト準備会開催
2019年 2月 第1回プロジェクト会議開催（作業部会を設置）
3月以降 プロジェクト会議（隔月）、作業部会（毎月）を開催
2019年 6月 中間論点整理
7月以降 プロジェクト会議（隔月）、作業部会（毎月）を開催
2020年 2月 最終取りまとめ

以上

未来社会を見据えた科学技術イノベーションと工学系人材の育成プロジェクト 開催記録

2018年

12月27日(木) 準備会

- (1) 自己紹介
- (2) プロジェクトの趣旨説明
- (3) 委員からの意見発表 (目的、スコープ、進め方、等)
- (4) 今後の進め方についての討議
- (5) その他

2019年

3月4日(月) 第1回プロジェクト会議

- (1) プロジェクトの趣旨説明
- (2) 講演
講師：村上由美子 OECD 東京センター所長
題目：日本のイノベーション人材育成に向けて - OECD のデータから
- (3) 講演に関する意見交換
- (4) 今後の進め方についての討議
- (5) その他

3月12日(火) 第2回プロジェクト会議

- (1) 講演
講師：永田恭介 筑波大学 学長
題目：2040年に向けた高等教育のグランドデザイン
- (2) 講演
講師：赤池伸一 科学技術・学術政策研究所上席フェロー
題目：第11回科学技術予測調査：未来の科学技術イノベーション政策に向けて
- (3) 意見交換・討論
- (4) その他

4月26日(金) 第3回プロジェクト会議

- (1) 講演
講師：藤原帰一 東京大学未来ビジョン研究センター センター長
法学政治学研究科教授
題目：未来から現在を捉える - バックキャストिंगの方法と実際
- (2) 意見交換
- (3) 討論
- (4) その他

6月28日(金) 第4回プロジェクト会議

- (1) 話題提供
GRIPS「科学技術政策における人材育成の課題」プロジェクト
提供者：今村努 政策研究大学院大学政策研究院シニアフェロー

田中和哉 政策研究大学院大学政策研究院リサーチフェロー
デジタル社会進展による社会インパクトから見た「科学技術イノベーション
と工学系人材育成」

提供者：赤津雅晴 日立製作所研究開発グループ技師長

博士課程を中心とした工学系学生の就職状況に関する分析

提供者：佐々木直哉 日立製作所研究開発グループ技師長

- (2) 中間取りまとめに向けた討議
- (3) その他

7月25日(木) コアメンバー会合

- (1) 中間とりまとめ案について
- (2) その他

8月7日(木) 第5回プロジェクト会議

(1) 講演

講師：小池充弘 滋賀県立高島高等学校教諭

題目：高等学校における理数系人材育成プログラム SSH で培った教育手
法のまとめと発展的改善策

- (2) 質疑応答
- (3) 討論
- (4) その他

9月13日(金) コアメンバー会合

- (1) 中間とりまとめ案について
- (2) その他

11月15日(金) 第6回プロジェクト会議

- (1) 中間とりまとめ案について
- (2) その他

12月25日(水) 第7回プロジェクト会議

- (1) 中間とりまとめ案について
- (2) その他

本資料の内容の転載を希望される場合は、(公社)日本工学アカデミー事務局までご相談ください。

編集発行

(公社)日本工学アカデミー

〒101-0064

東京都千代田区神田猿樂町二丁目7番3号HKパークビルIII 2F

Tel: 03-6811-0586 Fax: 03-6811-0587

E-mail : academy@ej.or.jp