

来たるべき未来の工学倫理と工学教育に関する調査研究

公益社団法人 日本工学アカデミー (EAJ)

研究代表者：大橋俊朗(EAJ会員、北海道大学)

共同研究者：小泉英明(EAJ会員、東京大学)、長井寿(EAJ会員、物質・材料研究機構)、沖田京子(EAJ会員、日立製作所)、田口康(EAJ会員、防災科学技術研究所)、武見綾子(EAJ会員、東京大学)、星野歩子(EAJ会員、東京大学)、安梅勅江(筑波大学)、伊藤一秀(EAJ会員、九州大学)、宇津木安来(東京藝術大学)、太田博樹(東京大学)、神崎亮平(EAJ会員、東京大学)、吉備友理恵(日建設計)、黒田 由貴子(ピープルフォーカス・コンサルティング)、佐藤千恵(ビズテック)、佐藤正明(EAJ会員、東北大学)、城石芳博(EAJ会員、日本工学アカデミー)、杉山正和(EAJ会員、東京大学)、鈴木教洋(EAJ会員日立総合計画研究所)、中上淳貴(東京大学)、中島隆博(東京大学)、中島義和(EAJ会員、東京科学大学)、永野博(EAJ会員、政策研究大学院大学)、原山優子(EAJ会員、東北大学)、牧原出(EAJ会員、東京大学)、松永行子(EAJ会員、東京大学)、森本浩一(EAJ会員、海洋研究開発機構)、蓑輪顕量(東京大学)、安井正人(EAJ会員、慶応義塾大学)

1. 背景と目的

「人類の安寧とより良き生存」にとって、科学・技術とイノベーションが重要であることが益々明らかになってきた。科学技術、特に工学は、地球上に新たな人工物を作り出し、人間社会にとって社会を豊かにする恩恵(光)と、社会や国家の安全に対するリスクなどの課題(影)をもたらす。2022年に登場した生成AIは企業などの業務改革や生産性向上に活用される一方、著作権の侵害や虚偽情報の拡散など多くのリスクが顕在化し、気候変動危機と同様にその影響が地球規模で急激に拡大している。最先端の科学技術が人間・社会のスピードをはるかに超えて進化するようになり、科学・技術とイノベーションの高度化と強大化が急速に進み、人類の安寧とより良き生存、世界の平和と安全、持続的な発展が脅かさるようになったといえる。このように科学技術と社会経済との関連が多体問題のように複雑に関係しているため、社会・世界の複雑な問題を包括的に深く理解し、研究開発・社会実装に生かせる科学技術人材の育成、これらを踏まえた科学技術政策の立案、さらにはその推進に向けたリテラシー向上、合意形成などに向けた科学技術のコミュニケーションが喫緊の課題となっている。

この問題の本質は、科学・技術とイノベーションの急激な進歩とその利活用の在り方に対応できていないためであり、様々な技術やシステムについて、その光と影の両面を見据えながら、未来を切り開く道具として構築、発展させ、利活用していくことが強く求められる。これまで、この中心的な果たすべきものとして「工学倫理」があったが、その中心的視点は、科学・技術とイノベーションによって生み出された人工物の社会的帰結を推測・理解するために技術者が具備すべき道徳的規範であり、「習俗」を基底に据える従来の倫理学の枠組みで纏められてき

たこの道徳的規範では、近年の高度化・先端化した科学・技術とイノベーションの課題は捉え切れず、自然界に対する倫理的責任も含めた価値での、未来志向でより実践的な新たな「工学倫理」を探究する必要があると考えられる。特に、宇宙・地球環境とそれを支える生物多様性の維持のためには、プラネタリー・バウンダリー概念を強く認識し正しい価値判断を行うことが求められる。そのためには、人文・社会科学や自然科学という学問分野の枠組み内の議論のみでは倫理という広大な原野の地平を見渡すことはできず、異分野領域の架橋・融合概念である学際的・環学的（Trans-disciplinary）なアプローチが望まれる。

そこで本調査研究では、気候変動、資源・エネルギー、国際紛争、パンデミックなど、取り組むべき喫緊の課題が山積する不確実な未来社会においても怯むことなく、「人間社会に対する倫理的責任のみならず自然界に対する倫理的責任も含め、自然や人間と共生する社会の実現を目指し、これまで細分化、あるいは世代断絶してきた情報を紡ぎなおし、常識を疑い、根源的な問題点を整理する学際的・環学的な視座から、「人類の安寧とより良き生存」を可能にする、来たるべき未来社会の実現に貢献する新しい「工学倫理」と、その社会実装を実現する方法論を構築し、提言することを目的とする。

2. 実施内容および方法

本調査研究の目的は、「人類の安寧とより良き生存」の実現に向けて、学際的・環学的な視座、すなわち人文・社会科学や自然科学という学問分野の枠組みに囚われないより俯瞰的な視座から科学・技術とイノベーションの功罪に鋭く切り込み、人間社会に対する倫理的責任のみならず自然界に対する倫理的責任も含め、人工物に関わる既存の「工学倫理」とは異なる新しい「工学倫理」を構築し、政策提言書として取りまとめて公表すると共に、さらにその社会実装としての新しい「工学教育」を深耕することである。本調査研究の全体イメージを図1に、具体的に実施した内容および方法を以下に示す。本調査研究では、議論すべきテーマを絞りテーマに沿った専門家を招聘してシンポジウムを定期的に開催した。本調査研究採択前に開催した2回のシンポジウム（第1回キックオフシンポジウム（2023年9月14日（木））、第2回シンポジウム「生成AIと倫理」（2023年12月15日（金））に加えて4回のシンポジウム（第3回シンポジウム「ことばと倫理」

（2024年8月10日（土））、第4回シンポジウム「戦争における倫理と法」（2024年12月5日（木））、第5回シンポジウム「医療と倫理」（2025年1月29日（水））、第6回シンポジウム「工学教育の原点」（2025年5月27日（火））を開催した。シンポジウムの様子は録画し、動画アーカイブとして参加者に公開している。

これらのシンポジウムでは、例え

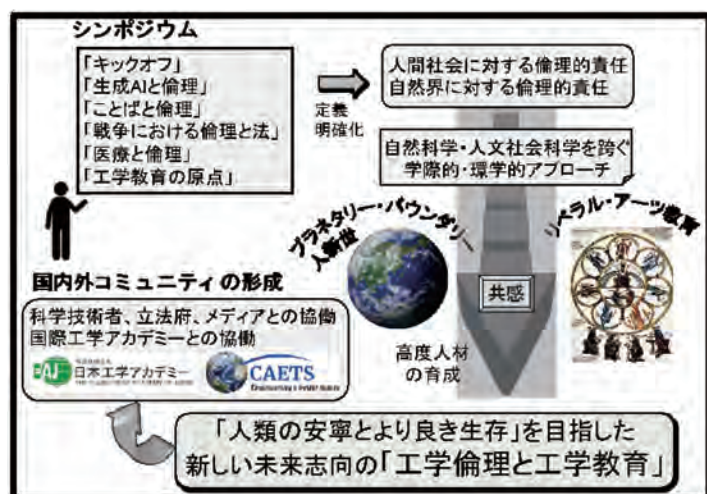


図1 本調査研究の全体イメージ。

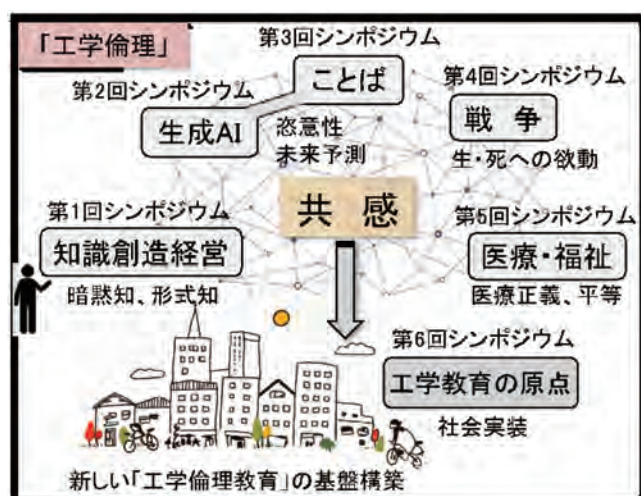
ば「生成 AI と倫理」といったように、二つの概念を併置、対比させてより高い次元に昇華し新しい調和・秩序のもとに両概念を結合させることを狙っている。このアプローチは、イノベーションの源泉でもあると考えられ、こうしたテーマ設定方法にも本調査研究の狙いを映し出している。

3. 結果の概要と提言

自然科学から人文社会科学にわたる多様な学問分野の 29 名のプロジェクトメンバーで運営している本 EAJ プロジェクトは、各回特定のテーマの下で、外部の専門家による基調講演・特別講演および数名の登壇者による TD トーク（Transdisciplinary talk、環学的議論）で構成されるハイブリッド形式のシンポジウムを定期的に開催し、各回 100～150 名程度の参加者を得てきた。シンポジウムの様子は動画アーカイブとして EAJ プロジェクトのホームページ上で開催後 1 年間にわたり公開している。各シンポジウムより得られたキーワードを図 2 に示す。

第 1 回キックオフシンポジウムでは、「工学倫理における現場での課題」として野中 郁次郎 名誉教授（一橋大学）により知識創造経営理論に関する基調講演が行われた。企業経営において「倫理」は極めて重要であり基盤となるものは「共感」であることが議論された。知の源泉は暗黙的な主観であり、この個人の暗黙知を他者との共感を媒介にして「いま・この場」における直接体験を経て形式知に変換しながら他者との間で共有・集合知化されていく。この組織で共有された形式知は実践後、再び個人の暗黙知に落とし込まれていくのである。人間性には善と悪、理想と現実など矛盾概念がありこれは自分の中でも他者との間でも摩擦を生むが、二つの矛盾概念について、矛盾は障害ではなくむしろ知識の創造と実践には不可欠であり、それらを衝突させて新しいものを生み出す作用を「二項動態」と呼び、このように相反する目標を統合して「共通善」を成し遂げることが重要である。

第 2 回シンポジウムでは、「生成 AI と倫理」のテーマの下、松尾 豊教授（東京大学）および中島 義和教授（東京医科歯科大学、現：東京科学大学）による基調講演が行われた後、TD トーク登壇者とともに生成 AI の本質について議論を行った。生成 AI は偽情報、バイアスなど信頼性・安全性に懸念があり、これはまさに言語の本質である恣意性に通じるものであることから生成 AI を通した倫理の深耕という新しい視座について議論が交わされた。第 3 回シンポジウムでは、「ことばと倫理」として根本 知特任講師（立正大学）および岡ノ谷 一夫教授（帝京大学）による基調講演が行われた。平安時代におけることば、人類進化におけることばを通して言語の本質がどのように倫理につながるかについて議論が交わされた。言語の本質は「未来予測」であり予測性が高いものが生存確率を上げる。生成 AI はコンピュータ処理できる形式言語から人間が



使う自然言語へと大きく近づいてきており、すなわち生成 AI が未来の形を“言語”を用いて概念化できる可能性すらある。また、生成 AI は自然言語のように曖昧さを獲得し、偏見や差別の助長、虚偽情報の拡散、個人情報の侵害などの恐れがある。これは言語の恣意性にも繋がるものである。すなわち、大規模自然言語処理モデルである生成 AI を通して人間の言語自体が倫理の本質に深く関わってくるというアプローチを明らかにした。人間は「ことば」によって内部世界である「こころ」を標準化・一般化して外部世界へと繋げて他者と共有できるようになり、また「こころの理論」により相手の立場になって考え（共感）他者の内部世界も創造できるようになった。しかし、ここには社会にバイアスを与える大きな危険性があり、まさに「倫理」が必要である。

第4回シンポジウムでは、「戦争における倫理と法」として、宇野 重規教授（東京大学社会科学研究所所長）による基調講演および小和田 恒先生（元国際司法裁判所所長）による特別講演が行われ、個人や国家の道徳・倫理、争うという人間の本能について議論が交わされた。フロイトの精神分析理論によれば、人間は「生への欲動」と「死への欲動」の両価性をもっており文化の発展によりこの欲動がコントロールされる。トマス・ホップズの「リヴァイアサン」に記述されているように国家（怪物）が社会を統制し戦争に導いてしまうことは、個人の倫理だけでは説明が付かず国家の倫理という視点が不可欠である。

第5回シンポジウムでは、「医療と倫理」について寶金 清博総長（北海道大学）による特別講演および大橋 俊朗教授（北海道大学）による基調講演が行われ、医療倫理として「医療資源の平等な配分」と「生命の延長」について議論が展開された。医療における正義を考えるとこの両者は正義であるが、トリアージや生命操作の問題は医療倫理の問題として医療従事者者のみならず非医療従事者を含めた国民全体の議論が求められる。

最後に、「人類の安寧とより良き生存」の実現のためには、こうした個別専門知を集団知（国民全体の知）に昇華させるべく社会実装の手段となる工学教育に軸足を移すことが必要であるとの認識に至り、第6回シンポジウム「工学教育の原点 - 人生の基盤となる「乳幼児期」から見つめる」を開催した。このシンポジウムは、本調査研究の一つの到達点であると同時に、社会実装として新しい工学倫理教育の方法論の構築に向けた起点となるものである。

以上のシンポジウム開催を通して、新しく生きた未来志向の「工学倫理」として以下を提言する。

- 1) 「人間中心の工学倫理」から「自然中心の工学倫理」への転換を図るべきである。すなわち、生物・非生物そしてその相互作用で成立している生態系全体を深く感じ理解する「共感」を基盤とした工学倫理の再構築が望まれる。
- 2) 人文・社会科学、自然科学を跨ぐ環学的アプローチによる新しい工学倫理の再構築を図るべきである。
- 3) 「人類の安寧とより良き生存」の実現のためには、人類の生存を脅かす戦争、脅かす可能性のある生成 AI、人類の生命操作にもかかわる医療において、人間の本質である「言語」、「生と死への情動」、「生への希求」を深く理解するべきである。