「技術者倫理教育における学習・教育目標」解説

Commentary on Learning and Educational Objectives of Engineering Ethics Education

小林 幸人^{※1}
Yukito KOBAYASHI

札野 順^{※2}
Jun FUDANO

1. はじめに

日本工学教育協会技術者倫理調査研究委員会(以下、本委員会)では、技術者倫理教育の質的保証および教育手法、測定・評価方法の開発に向けた調査研究プロジェクト(以下、本プロジェクト)を進めている。本プロジェクトでは、モジュール型モデル・シラバスの開発作業に着手している(図1)^{1), 2)}。

日本では、1990年代後半より、技術者教育における倫理教育の重要性が認知され、各教育機関においてもカリキュラムの中に取り入れられてきた。特に、JABEE (Japan Accreditation Board for Engineering Education) の導入以来、技術者倫理は技術者教育の最も重要な要素の1つとして認識されている。しかしながら、各教育機関では、さまざまな教育実践がおこなわれている一方で、技術者倫理の学習・教育目標、教育内容および手法および測定・評価方法について、我が国における共通認識が成立していないのが現状である。

本プロジェクトでは、我が国における技術者倫理教育の現状を踏まえ、学習・教育目標を明確にしたうえで、教育内容・手法、および測定・評価方法を開発・

提示することを通じて、技術者倫理教育の質的向上に貢献することを目的としている。

2. 学習・教育目標について

2.1 学習・教育目標確定の意図

本プロジェクトでは、平成24年度までに、大学、高等専門学校のシラバスを収集し、CDIOシラバスやIEA Graduate Attributes Profilesなどとの比較を通じて、技術者倫理教育における学習・教育目標(以下、「学習・教育目標」)を確定した。この成果については、今後もその内容について継続的に検討を加えていく必要があるが、我が国の教育実践に基づき、実証的方法によって明確にされた学習・教育目標である(「学習・教育目標」の詳細については、別添資料参照)。

本プロジェクトでは、技術者倫理教育の目的を、具体的な倫理的問題状況に直面した際に、自律的・自立的に問題を分析し、選択・判断をおこない、行動するための能力を向上させることと位置付けている。そのため、「学習・教育目標」の内容は、単独の科目にとどまらず、技術者教育全体を俯瞰した、技術者に求められる能力、資質、態度など幅広いものとなっている。したがって、「学習・教育目標」は、技術者倫理に関する単独の科目ですべての項目を取り扱うことを要求しているのではない。それぞれの教育機関(そして企業等の教育研修)の教育理念や構成に応じた技術者倫理教育の構成を検討することを想定している。つまり、教養系科目、専門科目などと有機的な連携を図りながら、それぞれの機関における技術者教育全体を通じ、技術者倫理に係る知識、能力、資質、態度などを育成するカリキュラム整備に資することを目的としている。

たとえば、技術者が直面する種々の問題状況において、倫理的に適切な判断・行動を実践するためには、必要な知識を身につけ、配慮すべきさまざまな問題について理解しておく必要がある。判断・行動に必要な知識・理解は、必ずしも技術者倫理科目のみで扱うわけではなく、教養系科目、専門科目などでも学んでいくはずである。また、問題状況を分析し、判断する際に有用なスキルや手法は、PBL手法を取り入れた創造性育成教育などでも取り扱っているはずである。さらに、具体的問題状況に直面した際に、自律的、主

※注 学習・教育目標の分類は、平成26年4月に2領域4カテゴリに修正された。

図1 プロジェクト開発プロセス

2014年6月15日受付

※1 熊本高等専門学校共通教育科

※2 金沢工業大学基礎教育部

体的に判断・行動するためには、各人の価値観や態度、考え方などが大きく関わってくる。価値観、態度、考え方などについても、例えば学生は、人格形成過程を通じて修正・再構成していくのであり、教育が（価値観の強制は否定されるにしても）影響を与えることは当然のことである。

このように、本プロジェクトで「学習・教育目標」は、技術者が具体的問題状況に直面した際に、自律的・自立的に判断、行動するために必要な知識・理解、能力・スキル、価値・態度を含むものである。学習・教育目標の各項目が、各機関の教育体系の中でどこに位置付けられるかについては、それぞれの教育プログラムの理念・構成に応じて検討していただければ幸いである。

2.2 学習・教育目標の活用方法

「学習・教育目標」については、以下のような活用方法を想定している。

(1) カリキュラム設計の参考資料として

各機関の教育プログラムの中に技術者倫理に関する教育をどのように組み込むか検討する際に、「学習・教育目標」を活用し、カリキュラム設計を行うことが考えられる。問題解決・課題達成能力向上、コミュニケーションスキル向上、チームワーク向上など、さまざまな教育内容と技術者倫理教育は関連しているため、それらとの有機的な連携を図るうえで有益な資料となりうると考えている。

(2) 技術者倫理系科目シラバス作成の参考資料として

上記とも関連するが、各教育機関における技術者倫理系科目を設計する際に、関連科目との連携を踏まえ、どのような学習・教育目標に対応する科目として設計するかを検討する際の参考資料として活用することが考えられる。

(3) 教育内容、教育手法、教材および学習成果・教育

効果測定・評価方法開発の参考資料として

現在、「学習・教育目標」に基づき、本プロジェクトでは、モジュール型モデル・シラバスの開発を進めている³⁾。モジュール型モデル・シラバスでは、「学習・教育目標」に挙げられている各項目の中から選択した目標を達成するための具体的な教育内容、教育手法、教材、測定・評価方法などについて、ティーチングノート、授業展開例を含めたパッケージとして開発をおこなっている。本プロジェクトでは、各機関の教育担当者が、これを自由に活用し、適宜修正・改良し、さらにその成果を広く共有することを通じて、技術者倫理教育の普及・発展に貢献することを計画している。

3. 今後の展開

本プロジェクトで確定された「学習・教育目標」について、日本にとどまらず、さまざまな国・地域に発信し、各国の教育機関と協力し、教育改善、普及、発展に資することを計画している。

謝 辞

本プロジェクトは、日本学術振興会科学研究時補助金の支援により実施した。関係各位に感謝したい。

参 考 文 献

- 1) 小林幸人, 札野 順, 辻井洋行: 技術者倫理教育におけるモデルシラバス策定に向けた調査研究報告(1), 工学教育, 59-4, pp.119-122, 2011
- 2) 小林幸人: 技術者倫理教育におけるモデルシラバス策定に向けた調査研究報告(2), 工学教育, 60-1, pp.119-123, 2012
- 3) 小林幸人: モジュール型モデルシラバスを利用した技術者倫理教育の効果と課題, 第14回ワークショップ「技術者倫理」, 2013

はじめに

（公社）日本工学教育協会技術者倫理教育調査研究委員会（以下、本委員会）は、技術者倫理教育におけるモジュール型モデル・シラバス策定プロジェクト（以下、本プロジェクト）を進めている。本プロジェクトでは、大学・高専などの教育機関や企業などにおいて実施される技術者倫理教育の中で活用可能なモジュール型シラバスを提示することを目的としている。モジュールとは、教育機関、企業などの各組織の特性や教育プログラムの理念・目的に応じて自由に活用できる、技術者倫理教育における学習・教育目標に応じた教育内容、手法、事例および評価方法などをパッケージングしたものを意味する。

本委員会では、モジュール型モデル・シラバスの開発にあたり、技術者倫理教育における学習・教育目標を明確にするため、わが国の大学・高専におけるシラバスを収集し、分析をおこなった。その後、デルファイ法を用い、学習・教育目標の原案を策定し、パブリック・コメントを募集した上で、わが国における技術者倫理教育の学習・教育目標を明確にした。

技術者倫理教育における学習・教育目標は以下の2領域4カテゴリに分類される。

領域1：認知的領域

カテゴリ1. 技術と社会・環境との関係の理解〈知識・理解〉

カテゴリ2. 技術者の専門職としての倫理と責任に関する理解〈知識・理解〉

カテゴリ3. 倫理的判断能力と問題解決能力〈能力・スキル〉

領域2：情意的領域

カテゴリ4. 技術者に求められる態度と共有すべき価値〈態度・価値〉

本委員会では、技術者倫理教育を、単なる知識の習得、技能の理解に留まるものではなく、実際に直面する種々の問題について、自律的に判断するための資質・能力を育成する教育実践と考えている。それゆえ、技術者倫理教育が最終的に目標とすべきは、受講者が主体的に問題に関わり、自らの価値観、問題意識に基づき、判断を下すことにある。したがって、本プロジェクトでは、「カテゴリ4. 技術者に求められる態度と共有すべき価値〈態度・価値〉」に掲げる目標をもっとも重要なものと位置付けている。というのも、教育は、究極的には、学習者の態度・行動の変容に資するものでなければならないからである。

ただし、誤解のないように、次の点は指摘しておかねばならない。「カテゴリ4. 技術者に求められる態度と共有すべき価値〈態度・価値〉」に掲げる学習・教育目標の各項目は、特定の価値観、態度あるいはイデオロギーを強制したり、否定したりするものではない。むしろ、受講者の価値観の多様性と独自性を尊重し、各人が、技術者としての責任と役割にコミットしつつ、自律的に判断することを促そうとする教育の役割を明確に示したものである。

しかしながら、主体的、自律的に判断を下すとはいえ、それは単なる主観的判断であってはならない。技術者は、社会、公衆、組織あるいは各人の人間関係に関わる責任や役割を自覚し、十分配慮した上で、判断・行動しなければならない。また、具体的問題を分析・判断するにあたり、合理的、論理的に遂行する方法を理解し、活用することが求められる。

また、科学技術に関わる者としてのみならず、科学技術に支えられ、その恩恵と影響を受ける現代社会に生きる者として、科学技術との関わりを理解しておくことは重要である。さらに、私たち現代人が直面するさまざまな問題、特に持続可能な発展を目指すためにも、科学技術がもたらしてきた成果および影響を知り、問題解決の可能性について考えることは、技術者にとって極めて重要であると考えられる。

以上のような考え方から、本プロジェクトで整理した学習・教育目標では、「カテゴリ1. 技術と社会・環境との関係の理解〈認知的領域 知識・理解〉」、「カテゴリ2. 技術者の専門職としての倫理と責任に関する理解〈認知的領域 知

図1 4カテゴリの関係

識・理解」,「カテゴリ3. 倫理的判断能力と問題解決能力〈認知的領域 能力・スキル〉」の各領域にその内容を含めている。ただし,これらの「知識・理解」,「能力・スキル」は,それぞれ単独に習得する内容として捉えるのではなく,「カテゴリ4. 技術者に求められる態度と共有すべき価値〈情意的領域 態度・価値〉」に示される,自律的,主体的に問題に関わり,判断するために必要な知識・能力として位置づけられている(図1)。

付記:学習・教育目標の分類

学習・教育目標は2領域・4カテゴリに分類されており,ブルームのタキソノミーを参考に次のような観点から設定している(表1)。

表1 学習教育目標の2領域・4カテゴリとタキソノミー

分 類		タキソノミーとの関連	概要
領域1	カテゴリ1	認知的領域 知識・理解	技術者倫理の背景にある問題を理解する。また,専門職倫理としての技術者倫理に関わる問題についての知識・理解を得る。
	カテゴリ2		
	カテゴリ3	認知的領域 能力・スキル	関連する事柄や,問題の分析手法・解決プロセスなどを理解した上で,ケース・メソッドなどに適用することで,問題解決能力を向上させる。
領域2	カテゴリ4	情意的領域 態度・価値	技術者倫理で重要とされる価値を理解した上で,各人が自らの価値観や態度を形成する。具体的問題について自律的・自立的に判断し,自らの行動と一致させる態度を形成していく。

本プロジェクトでは,具体的問題状況において,技術者が自律的,自立的に問題を分析し,判断・行動をおこなうための能力の育成・向上を,技術者倫理教育の目的と捉えている。そのため,知識・理解,能力・スキルの習得にとどまらず,判断・行動の基盤となる各人の態度・価値の変容,形成に対する教育の役割を重視している。

〈技術者倫理教育における学習・教育目標〉

領域1: 認知的領域

カテゴリ1. 技術と社会・環境との関係の理解〈知識・理解〉

【概要】

本項目では,技術者倫理が求められる背景となる問題を扱っている。科学技術と社会,環境との関係,また近年のグローバル化・ボーダレス化による技術者を取り巻く環境の変化について理解することに焦点をあてている。

【内容】

科学技術が人間社会や自然環境等に対して与える正負の影響について理解する。ともすれば,否定的にのみ取りあげられることが多いが,科学技術が人類に対して果たしてきた貢献を正當に評価した上で,科学技術に起因する様々な問題についても十分な知識と理解を得ることが重要となる。さらに,われわれが直面している地球規模の問題群に対する科学技術による貢献を志向し得る視点を身につけることもまた重要となる。

また,科学技術の発達に伴う,政治的・経済的・文化的活動のグローバル化・ボーダレス化が今後ますます活性化することに鑑み,文化的多様性等についての理解を促し,国際的な視野を持ち活躍できる技術者の能力を備えることが重要となる。

1.1 科学技術が人間社会に与える影響や効果の理解

科学技術が人間社会に対して果たしてきた成果について理解するとともに,負の影響等について科学的合理性および社会的合理性の観点から理解する。併せて,安全とリスクとのトレードオフ問題など,われわれの社会を支える科学技術と生活との関わりについて理解する。

1.2 科学技術が自然環境に与える影響や効果の理解

科学技術の急速な発達によりもたらされた様々な問題について,その現状を科学的合理性および社会的合理性の観点から理解する。特に,1980年代以降,「持続可能性」という新たなパラダイムが提起されていること,次世代への責務として,環境・生態系の保全と調和した発展が求められていることを理解した上で,科学技術による問題解決の視点を得る。

1.3 現代の国際化社会の特質の理解

交通・運輸の発達,また特に近年の情報技術の急速な発達に伴うグローバル化・ボーダレス化の状況を理解する。特に,経済・産業分野における情勢の変化を踏まえた上で,活動の場がますます国際化する技術者として歴史的・文化的な差異,多様性を理解する。

カテゴリ2. 技術者の専門職としての倫理と責任に関する理解〈知識・理解〉

【概要】

本項目では、技術者個人が関わる次元の問題、および技術者が所属する組織等が関わる次元の問題を取りあげ、その（倫理的・法的）責任について理解することに焦点をあてている。

【内容】

技術者の定義、特に近年の技術者教育において要求されている資質・能力等を理解する。また、技術者に求められる責任について、倫理的責任、法的責任など多面的な構造を理解した上で、専門職として求められる責任について理解し、自ら考察できるようになる。また、個人の責任のみならず、所属する組織と社会および自己との関係について理解した上で、技術者が社会、組織、公衆等に対してどのような責任を果たすべきであるのかを考察できる。

2.1 技術および技術者の定義と特質の理解

技術と技術者とは何か、また科学と科学者との異同を含めて理解し、自らのキャリア発達の基盤とする。特に、近年の技術者教育改革における技術者像を含めて、技術者としてのアイデンティティ確立に資する知識を得る。

なお、本項目は、各機関において、導入教育などで取り扱っていることも考えられる。したがって、技術者倫理教育の中で、どの程度の内容まで取り扱うのかについては、各機関の教育プログラムの特徴に応じて検討することとなる。ただし、技術者倫理教育を実施するにあたり、否定的な問題、観点のみを取り上げることなく、肯定的な動機付けともなるよう配慮することが重要となる。

2.2 技術者の社会における役割と責任の理解

技術者が社会や公衆に対して果たす役割と責任について理解する。また、技術者が日常生活における安全性や利便性の創出、健康や生命、福利などに対して果たす役割について、具体的事例を通じて理解する。

2.3 倫理に関する基本概念と理論の理解

倫理的問題の認知、倫理的責任の理解の基礎となる倫理に関する基本概念および理論を理解する。人文系科目としての倫理学理論の詳細に立ち入る必要はないが、基本的な知識を身につけ、倫理問題を分析する際の基礎を得る。

2.4 基本的な法知識および法と倫理との関係の理解

技術者としての責任を理解するために必要とされる基本的な法知識を得る。また、法的責任に限定されない、倫理的責任を考察するために、法と倫理との関係について理解し、自律的・実践的判断の基盤を養う。法知識に関しては、詳細に立ち入る必要はないが、基本的な考え方等を理解することが求められる。ただし、製造物責任法や知的財産権など、技術者の活動に密接に関わる法的知識については、最低限身につける必要がある。

2.5 専門職倫理の特質の理解

2.1 および2.2に示される技術者のアイデンティティ、技術者として求められる役割・責任と関連して、専門職として求められる倫理的責任について理解する。医療や法曹など、社会的に承認されている専門職倫理を手がかりに、技術者が専門職（プロフェッション）としてどのような役割と責任を求められるのかを理解する。また、技術士やPEなどの技術者資格についても理解する。

2.6 技術系倫理綱領・行動規範の意義と役割の理解

2.5と関連して、社会に対する専門職集団としての責任・役割を明らかにする倫理綱領や行動規範について、その内容および意義・役割を理解する。

2.7 組織（特に企業）の特質と社会的責任（SR）の理解

技術者の多くが組織の中で活動することに鑑み、組織と個人の関係および責任について理解する。また、企業など、さまざまな組織が社会に対して果たすべき責任・役割について理解する。

2.8 特定領域の倫理の理解および具体的事例に関する知識

それぞれの専門分野固有の倫理的問題について、具体的事例を通じて理解する。併せて、直面している課題に対する技術的解決を検討するための視点を得る。

2.9 研究・開発・運用を行う上での倫理の特質の理解

研究不正（ねつ造・改ざん・盗用など）問題や、利益相反、守秘義務違反、不正競争防止法違反、知的財産権侵害などについて知り、研究・開発・運用に関わる倫理の特質について理解する。

カテゴリ3. 倫理的判断能力と問題解決能力〈能力・スキル〉

【概要】

本項目では、実際に問題状況に直面した際の、倫理問題の認知、その構造的分析から問題の特定、課題設定、具体的な解決方法の検討、決断に至るプロセスを学び、倫理的判断能力と問題解決能力の向上に焦点をあてている。

【内容】

倫理的問題の認知に必要な感受性を養い、問題を構造的に分析する能力を向上させる。特に、専門職として技術者が問題解決にあたる場合、技術的な問題分析が重要となる。また、技術者の多くが組織内で活動することを踏まえ、要因分析と対応策の検討が必要となる。さらに、より望ましい対応策の選択をおこなうための行動設計能力を向上させる。セブン・ステップ・ガイドを導入した演習により、オープン・エンドな問題を具体的に検討することを通じた能力を向上させる。

さらに、専門職として問題解決を図る場合、公衆の安全・健康・福利、文化、環境等、様々な観点から、その影響を考慮する必要について理解する。

3.1 倫理問題に対する感受性（倫理的問題の存在を認識する能力）

倫理的問題が存在することを認知する能力を養う。特に、倫理的ジレンマ状況を含む体験を通じて、技術者として活動する際に倫理的な問題が関わってくることが多いことを理解する。

3.2 倫理問題の要因の特定や構造的分析を行う手法の理解と利用

問題を引き起こす種々の要因の性質や関係について整理する手法を学び、問題の構造的分析能力を向上させる。価値問題と事実問題との異同、法的責任、倫理的責任の区別、技術的要因、人的要因、経済的要因、ステーク・ホルダー等を整理した上で、解決すべき問題を特定する能力を養う。

3.3 倫理問題の技術的要因分析および解決方法の理解と利用

技術者が問題解決を図る際に何よりも重要となる技術的な視点から問題を分析する能力を向上させる。安全およびリスクの基本概念などを理解した上で、技術的観点から問題を分析し、解決方法を検討する能力を養う。

3.4 倫理問題の組織的要因分析および解決方法の理解と利用

問題に直面した技術者がその対応を検討する場合、組織との関係が非常に重要となってくる。マネジメント手法やコンプライアンスを理解し、問題状況が生じる組織的要因を分析する能力を養う。また、組織の中で、他者と協力して、問題解決を図るためのコミュニケーション能力を向上させる。

3.5 倫理的問題解決のための行動設計能力

3.2～3.4の問題分析を踏まえ、問題解決のための具体的な行動案を検討する能力を養う。セブン・ステップ・ガイドなどの意思決定プロセスモデルの理解と応用を通じて、問題解決に向けた行動設計能力を養う。倫理的ジレンマ状況の解消、ステーク・ホルダーへの配慮など、多面的な観点から解決を検討し、エシックス・テストなどを用いて選択肢を比較考量した上で、行動案を決定する力を養う。

3.6 総合的な問題解決能力

技術者が関与する問題に複合的な要因が関わり、多面的な影響を及ぼす可能性があることを理解した上で、問題解決を検討する能力を養う。技術者が実際に直面している問題（事故事例など）が、技術的問題だけでなく、公衆の安全・健康・福利、文化、環境などと深く関わり、影響を与えることを認識した上で、技術者として問題の解決を図る能力を養う。

なお、本項目に掲げる能力については、実務の場で養成されることが一般に期待される。したがって、特に学校教育においては、事例研究などを通じて、問題解決演習による体験を基盤として、各教育機関の特性に応じた具体的内容、レベル設定がなされることが想定される。

領域2：情意的領域

カテゴリ4. 技術者に求められる態度と共有すべき価値〈態度・価値〉

【概要】

1～3までが「認知的領域」に関わる項目であるのに対して、本項目は知識理解、能力・スキルを備えた上で、実際の行動に関わる「情意的領域」に関する内容に焦点をあてている。価値や態度は、技術者が倫理問題や責任等について理解するだけでなく、具体的に判断・行動する上で不可欠な要素と位置付けている。

【内容】

技術者として自律的・自立的に思考し、判断する態度を養う。そのためには、技術者として積極的に問題解決に向かう意識と態度が求められる。さらに、倫理問題に含まれる曖昧さに耐え、価値の多様性を受け入れる態度と、困難に直面した場合であっても忍耐強く実行する強い意思が必要とされる。期待される技術者としての役割、責任を自覚した上で、その責務を果たそうとする態度を養う。

なお、この領域には、受講者自身の価値観や態度に関わる内容が含まれている。本来、価値観の形成や態度の養成は、各人の主体性に委ねるべき問題である。したがって、このカテゴリに掲げられた学習・教育目標は、特定の価値観やイデオロギーの強制を意図しているのではない。むしろ、技術者にとって重要な価値や態度を学ぶことを通じて、受講者が主体的な自己形成をおこなっていくことを意図している。

4.1 技術者としての責任を理解した上で、自律的・自立的に思考する態度

技術者に求められる責任について、自ら考えを立脚点として、具体的な問題について自ら判断できる資質・能力を形成しようとする態度を養う。最小限の道徳として求められる法の遵守に留まらず、技術者としてあるべき姿、責任について自ら考える。

4.2 価値の多様性（自分と異なる価値観の存在、価値の多元性）を受け入れる態度

倫理的問題に含まれる曖昧さを耐え、自己と他者との差異、価値観の多様性などを受け入れ、一義的に解が定められないような問題に対しても対応できる力を養う。

4.3 技術者として重視すべき価値（倫理綱領などに示される安全などの価値）を共有しようとする態度

技術者に求められる責任の前提となる価値について理解した上で、自らの判断・行動原理となる価値観を形成する。

4.4 自らの倫理的な判断に基づいて行動する態度と意思力

自律的・自立的な判断・行動の基盤となる自分の考え方や価値観について反省的に捉え、技術者としてのアイデンティティを主体的に形成する。さまざまな問題を、自分自身の問題として捉え、困難な問題であっても、技術者として重視すべき価値に基づく判断を忍耐強く実行する力を養う。