

技術者倫理教育の現状と課題

佐藤 之彦* (千葉大学)

The Present State and Problems in Education of Engineering Ethics
Yukihiko Sato (Chiba University)

1. はじめに

技術者倫理教育は、2000 年頃から我が国の技術者教育を行っている高等教育機関に急速に普及し、今日では、ほとんど全ての技術者教育プログラムにおいて何らかの形で技術者倫理教育が行われている。これにはいくつかの背景が考えられるが、これほどまでに急速に普及した一因としては日本技術者教育認定機構(JABEE)の認定基準⁽¹⁾において、技術者倫理への対応が求められたことが挙げられる。

本格的な普及が始まってから間もないため、高等教育機関における技術者倫理教育として、何を身に付けさせるか、どのように授業を行なうか、達成度をどのように評価するか、などの授業としての基本的な事項について、十分な共通認識が形成されるには至っていない。電気学会としても、電気学会誌 2004 年 10 月号に特集「技術者倫理教育」⁽²⁾を企画し、その後、2006 年 3 月には「技術者倫理に関する調査報告」⁽³⁾を取りまとめている。さらに、高等教育機関における技術者倫理教育に供することを目的に、教科書⁽⁴⁾や事例集⁽⁵⁾を発刊するなど、積極的な取り組みを行ってきた。

一方、電気学会では、A 部門の教育・研究技術委員会が開催する教育に関する研究会である「教育フロンティア研究会」が定期的に行われている。ここでは、高等教育機関における電気系学科の教育に対する取り組みについて様々な成果の発表が行われており、その中でも技術者倫理教育に関する発表がいくつか行われている。教育フロンティア研究会は、高等教育機関の教員や産業界で人材育成に携わっている方などが仲間として集って情報交換をする場であり、実際に授業を担当している現場の視点での議論が行われている。筆者は、教育・研究技術委員会の委員長として教育フロンティア研究会を企画する立場であると同時に、所属する大学で技術者倫理の授業を分担する立場でもあり、授業の現場の視点から見えている技術者倫理教育の現状と問題点について、私見を交えて論じてみたい。

2. 教育フロンティア研究会に見る技術者倫理教育

教育フロンティア研究会は、秋山秀典前委員長(熊本大学)により、研究会を定期的開催する体制が整えられ、2002 年 9 月 20 日の研究会を皮切りに、当初は年間 3 回、最近は年間 2 回のペースで研究会を開催している。本年 3 月 6 日の研究会での発表予定件数も含めると発表の総数は 249

件に達している。この中で、技術者倫理を中心的に取り扱っている発表は 11 件であり、まだ本格的な議論が始まっているとは言えない状況にある。

発表の内容を分類してみると、技術者倫理の教育機会提供に関する取り組みの事例^{(7),(8),(10),(13),(14)}や、技術者倫理教育のあり方に関する基本的な見解^{(11),(12)}などのほか、技術者倫理に関する問題への学生の意識を調査するアンケート結果の報告⁽⁹⁾なども見られる。また、これらの発表の中には、技術者倫理の重要性の指摘や、技術者教育全体における技術者倫理の位置づけの議論など、教育論の根本にかかわる内容に言及しているものも少なくない。

3. ホームページ上のシラバスによる調査結果

前述のような状況から、教育フロンティア研究会における発表状況の調査から、現状の大学や高専での技術者教育の現状と問題点を把握することは十分ではないので、各大学や高専がホームページで提供しているシラバスをもとに、技術者倫理教育の現状把握を試みた。同様の調査の例^{(2),(3)}はいくつかあるが、高等教育機関における技術者倫理教育がそれ以降に本格化したことを考えると、その後の実績を踏まえた現場の実態を把握しようとしている点で意義あることと考える。なお、シラバスに明示されていない情報については、他の部分の記述などから推測したものもあり、個々の事例に対する正確さを欠く面があるが、全般的な傾向を把握する上では支障はないと考える。このため、個々の事例がどの教育機関のものかについては示していない。

調査は、大学や高専の電気系の学生を対象に提供されている技術者倫理に関する授業科目をインターネットのキーワード検索で 46 件をピックアップし、これらについて行った。以下、まず、カリキュラム全体の中で技術者倫理をどのように取り扱うかについて整理した上で、技術者倫理を主として取り扱うために開講される科目(以下、技術者倫理科目という)について、学習・教育の計画、実施、評価という流れに沿って事例の分析を行う。

さらに、技術者倫理科目以外の科目で技術者倫理に関連する内容を取り扱う科目の事例についても分析する。技術者倫理は、技術者教育全般に根元的に関わっているため、専門科目など他の科目のほとんどと何らかの接点を持っている。また、技術者倫理教育には学生の意識に根ざした変革を期待する部分があり、これを達成させるために、複数科目の連携や、カリキュラム全体での教育の実施や達成度

表 1 学習・教育目標の分類
Table 1 Classification of educational objectives.

分類	学習・教育目標	のべ件数
技術者倫理への関心・意識	社会への関心を持つこと	3
	国際感覚	1
	倫理的問題に立ち向かう意識	1
	技術者倫理の重要性の認識	3
	技術者としての自己研鑽への意識の確立	7
技術者倫理に関する知識・理解力	技術者の社会に対する責任の理解	20
	個人と組織の関係の理解	2
	多様な考え方があることへの理解	5
	技術と社会、自然、地球との関係の理解	11
	環境倫理の理解	4
	技術史の理解	2
問題発見・設定能力	一般的な倫理課題の把握	1
	技術者の直面する倫理的問題の把握能力	6
問題解決のための思考力・判断力・実行力	倫理的分析能力	1
	多面的・総合的な考え方ができる能力	7
	倫理的問題の解決方法の案出, 判断力	15
	コミュニケーション能力, 情報収集能力, 協調性	9

の評価を行う事例も見られる。カリキュラムを構成する多くの科目で連携して技術者倫理を取り扱う手法は、Ethics Across the Curriculum と呼ばれる⁽⁶⁾。

<3.1> 技術者倫理科目の学習・教育目標 調査対象の 46 の授業科目のうち、技術者倫理を主として取り扱っている 28 の事例について、その科目を通して学生に何を身に付けさせようとしているかを把握するため、学習・教育目標すなわち当該科目における達成目標について調査を行った結果を表 1 に示す。通常、ひとつの授業科目には、複数の学習・教育目標が設定されるが、各事例における学習・教育目標のひとつひとつを抽出し、それらを概ね同じことを意味していると解釈されるグループに分類して、それぞれのグループに属する事例ののべ件数を求めた。さらに、全般的な傾向を把握するため、前述の学習・教育目標のグループを、意識にかかわる目標から、実行に移すことにかかわる目標への流れで以下の 4 つの区分に分けてみた。

- (i) 技術者倫理への関心・意識に関するもの
- (ii) 技術者倫理に関する知識・理解に関するもの
- (iii) 問題発見・設定能力に関するもの
- (iv) 問題解決のための思考力、判断力、実行力

まず、各区分の事例数を見てみると、(ii)と(iv)に分類される学習・教育目標の事例数が多いことがわかる。次に、各区分の内容について見てみると、(i)の区分では、「技術者としての自己研鑽への意識の確立」に関わるものが目立つ。

(ii)の区分では、「技術者の社会に対する責任」をほとんどのプログラムで挙げている。また、「技術と社会、自然、地球との関係の理解」を挙げているプログラムも多い。これらは、JABEE の認定基準の基準 1(1)(b)の技術者倫理に関する素養の必要性に言及している文言とほぼ一致しており、

これを意識して設定されているものと推察される。さらに、関連する法令や社会制度、知的財産権、技術経営などの、技術者倫理にかかわる問題を解決する際に必要となる知識を与えようとする例も多い。

次に、(iii)の区分については、事例数は少ないが、その中では、技術者の直面する倫理的問題を把握する能力に関する目標が大半を占めている。

さらに、(iv)の区分の事例数も(ii)と並んで多く、「倫理的問題の解決方法の案出、判断力」、「多面的・総合的な考え方ができる能力」を挙げる事例が目立つ。さらに、「コミュニケーション能力、情報収集能力、協調性」を挙げている事例も多いが、これらは関係者が協調して解決策を見出していくために必要な能力であると同時に、解決策を実行に移す際にも必要となる能力である。

<3.2> 技術者倫理科目の授業実施形態 次に、前項で述べた学習・教育目標を達成するための授業の実施形態について説明する。前述のように調査対象とした 28 の事例について、授業の実施形態をまとめたものを表 2 に示す。ここで、「講義」とは、常勤の教員や非常勤の教員など、その授業を担当するために割り当てられている教員による講義を指している。これに対して、「講演」は授業担当教員以外の学外から招いた技術者や卒業生などにスポット的に講演を行わせるものを指している。なお、ここで取り上げる「講演」と、<3.4>で後述する技術者倫理関連科目としてのオムニバス形式の特別講義とは、技術者倫理を主として扱っているか、付随的に扱っているかという点で区別しているが、この区別は厳密ではない。また、「討議」は、通常では比較的少人数の学生グループでの討議を行わせている例が多いが、クラス全体で討議を行う例も含まれている。

ほぼ全ての事例で、講義形式の授業が行なわれている。講義形式であっても実施方法を工夫することにより多様な目標達成が可能となるため一概に判断できないが、一般的な実施形態の講義を想定すると、主として学習・教育目標の(ii)の区分の目標達成に関与していると考えられる。これに対して、学習・教育目標の区分(iii)や(iv)については、通常の講義形式の授業だけでは達成が難しいため、ほとんど全ての事例で討議や発表を行わせている。また、技術者倫理は技術者の実務に深く関係するため、学外者を招いて実体験を踏まえた説得力のある授業を実施しているケースも多い。なお、産業界経験者を非常勤講師として迎える場合などでも、学外者の講演と同様の効果を期待できる。このように、技術者倫理教育は、産学連携により教育効果を高めることのできる典型的な領域であると考えられる。

<3.3> 技術者倫理科目の達成度評価 <3.1>で述べた学習・教育目標に対応して達成度を評価する必要があるが、通常の授業で行なわれる評価方法では対応しきれない要素を含んでおり、色々な工夫が必要となる。これに関して、

表 2 授業実施形態および成績評価方法の例
Table 2 Examples of implementation of course and evaluation of outcomes.

事例 No.	授業実施形態				成績評価方法				
	講義	討議	発表	講演	試験	演習	レポート	発表	その他・備考
(1)	●	●			70%		30%		
(2)	●				30%	10%	45%		
(3)	●	●	●		30%		30%	40%	
(4)				●			50%		出席点 50%
(5)	●					40%	60%		
(6)	●	●	●				30%	40%	グループ内評価 30%
(7)	●				70%	30%			
(8)	●		●	●			50%	50%	
(9)	●	●			30%	30%	40%		
(10)	●			●			100%		個人レポート 50%, グループレポート 50%
(11)	●		●		40%				
(12)	●				60%		40%		
(13)	●	●	●				60%		受講態度 40%
(14)	●	●	●				50%	50%	
(15)	●					100%			
(16)	●	●				50%	50%		
(17)	●				100%				
(18)	●					100%			
(19)	●				100%				
(20)	●	●	●		50%	30%		20%	
(21)	●	●	●				100%		
(22)	●				100%				
(23)	●	●	●		60%		20%	20%	
(24)	●	●					80%		受講態度 20%
(25)	●	●	●			60%	40%		
(26)	●				70%	30%			
(27)	●		●		40%	10%		50%	
(28)	●	●	●			50%		40%	受講態度 10%

前述の 28 の事例について、評価方法と科目全体の評価に対する割合を表 2 にあわせて示す。この中で、「演習」と表記したのものについては、毎回の授業の中で実施するミニレポートに類するものも含んでいる。〈3.1〉の区分(ii)については、中間試験や期末試験で、かなりの部分の評価が可能であると考えられる。これに対して、区分(iv)については、ある程度時間をかけて考えた結果を見る必要があり、レポートを課している例が多い。また、グループ討議の結果などを発表させ、それを評価の要素とする事例も目立っている。グループ単位の討議の評価結果から、そのグループのメンバーの個人の達成度を評価することは難しいため、多様な工夫が行われており、個人レポートとグループレポートの評価結果を組み合わせる例、グループ討議における各メンバーの寄与をグループ内のメンバーで相互に評価させている例などが見られる。また、区分(i)や(iii)については、直接的に評価できる手法の確立は容易ではないと考えられる。さらには、技術者倫理のような意識に関わる達成度を単独の授業科目だけで評価することは難しいとの考えから、前述した Ethics Across the Curriculum の考え方を採り入れたカリキュラム設計を行う例、技術者倫理の授業を低学年で履修させた上で卒業が近くなった段階で技術者としてのあり方を考えさせてレポートを提出させている例などもある。

以上、技術者倫理の達成度評価方法に関して、試験やレポートなどの評価手段の観点から論じてきた。しかし、同じ試験やレポートであっても、出題内容や出題方法などを工夫することにより、以上で述べたような議論の枠を超えた可能性も期待できるため、本質を見失わない議論が必要であることを強調したい。さらには、技術者倫理の達成度評価については、「倫理に評価はなじまないのではないか」などの根本に関わるような意見も少なくなく、何を評価の対象とすべきかについても、今後の議論が必要であると考えている。

〈3.4〉 技術者倫理を部分的に取り扱う科目の事例 技術者倫理を主として扱っている授業科目以外で、技術者倫理に関する事項を扱う科目を設定している例も多い。ホームページで公開されているシラバスから把握できた例をもとに、代表的な授業科目名の例と、授業科目の種別、取り扱っている技術者倫理の内容を取りまとめた例示したものを表 3 に示す。これらの科目は、以下のようないくつかのカテゴリに区分できると考えられる。

- 導入科目や初年次に開講される工学全般に関わる基礎科目で技術者の社会的責任や環境倫理などを扱うもの
- 実験、実習科目、卒業研究などで実体験を積ませることとあわせて、安全確保や多面的思考の必要性などの技術

表 3 技術者倫理関連科目の例
Table 3 Examples of courses related to ethics for engineers.

代表的な授業科目名の例	授業の種類	取り扱う技術者倫理の内容
入門電気電子工学	学科導入科目	電気電子工学全体の解説の中で、技術者の倫理や社会的責任について説明する
工学基礎	各部共通導入科目	工学全般の解説の中で、技術者の倫理や社会的責任について説明する
環境科学	学部共通科目	環境科学に関連して技術が自然や地球環境に与える影響について説明する
電磁気学	専門科目	授業の導入において電気電子工学に関連した倫理の問題について解説する
情報処理及び実習	専門科目	実習に際しての心構えのひとつとして、情報倫理について説明する
システム科学	専門科目	システム構築における技術者倫理的視点について解説する
電気電子工学実験	実験科目	初回のガイダンスで安全教育の説明を行い、実験全般で安全確保に配慮して実験に取り組みさせる
電気電子工学デザイン実習	実習科目	設計実習において、使用者の安全や環境に配慮させる
電気電子工学特別講義	特別講義	電気電子工学の実務に携わる技術者の講演を通して、社会における電気電子工学の役割、技術者の倫理や責任について考えさせる
卒業研究	卒業研究	卒業研究テーマに関連した技術内容に関して、技術者の倫理や責任について考察させるとともに、技術者としての人格形成を行う
電気電子工学現業実習	インターンシップ	電気電子工学の実務体験を通して、技術が社会に与える影響、技術に対する社会の要求、良好な人間関係の維持の重要性について理解させる
キャリアデザイン	就職指導科目	就業指導に関連して、技術者としてのあり方について考えさせる

者倫理に関する内容を意識させるもの

- 情報関係の実験や実習の際に、情報倫理や著作権の問題を取り扱っているもの
- インターンシップや就職指導科目、実務に携わる技術者の講演などを通して、将来の実社会での活躍と関連付けて技術者としてのあり方を考えさせるもの

これらの加えて、Ethics Across the Curriculum の考え方で、技術者倫理の内容を専門科目の中に埋め込んで実施している例も見られる。

<3.1>で述べた(i)や(iii)の区分の内容を達成するためには、技術者倫理の科目を単独で履修しただけでは不十分であり、多くの科目で連携して対応することは効果的である。したがって、技術者倫理を主として扱う科目を開講している場合でも、技術者倫理を付随的に取り扱う科目を複数開講することは効果的であると考えられる。

4. 今後の課題と展開

これまで、教育フロンティア研究会における発表内容や、ホームページで公開されているシラバスの調査結果をもとに、技術者倫理教育の実態について説明し、関連して現状における問題点についても言及してきた。技術者倫理教育

は、日本の技術者教育にとって新しい取り組みであるため、工学の各専門分野のように確固とした枠組みが形成されていないことや、意識、ものの考え方、コミュニケーション能力、実行力など、教育手法の確立や達成度評価が困難な問題に正面から取り組む必要があることから、授業を担当する教員にとって色々な面で難しさがある。

しかし、電気電子工学をはじめとした専門分野の技術者教育について改めて考えてみると、意識や関心を持つところから、知識を生かして問題を解決し実行に移すところまで、<3.1>の(i)~(iv)と同様の流れで学習・教育の成果が求められていることに気づく。こうした意味で、従来の技術者教育が専門的な知識や方法を教え込むことに重点を置いており、技術者が実際に直面する問題の解決を意識した問題設定から実践にわたる一貫したトレーニングが不足していたように思われる。これが昨今その重要性が指摘されているエンジニアリングデザイン教育であると考えている。

また、学生に教えるべき内容は何であるかを議論し続けることは、既に枠組みが確立されていると思われる専門分野の教育に対しても必要なことである。このような観点から、技術者倫理に限らず従来からの専門教育の内容も含めて、学生の将来のために、何をどの程度身に付けさせるか、どのように学ばせるか、それをどのように評価するか、という議論が活発に行われることが必要であり、教育フロンティア研究会がその場となることを期待したい。

文 献

- (1) 日本技術者教育認定基準、日本技術者教育認定機構 (JABEE), <http://www.jabec.org>
- (2) 特集「技術者倫理教育」、電気学会誌, 2004 年 10 月
- (3) 「技術者倫理に関する調査報告」、電気学会技術者倫理検討委員会現況調査 WG, 2006 年 3 月
- (4) 松木純也, 「基礎からの技術者倫理 - わざを生かす眼と心 -」, 電気学会, 2006 年 3 月
- (5) 技術者倫理事例集 (β 2.0 版), 電気学会倫理委員会, 2008 年 8 月
- (6) 札野順, 「技術者倫理教育, その必要性, 目的, 方法, 現状, 課題」, 工学教育, vol.54, No.1, pp.16-23, 2006 年 1 月
- (7) 松木純也, 「科学技術を批判する目を養う教育」, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-05-21, pp.19-24, 2005 年 8 月
- (8) 大来雄二, 「技術者教育における技術倫理をめぐる状況と大学初年度での取り組み事例」, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-05-35, pp.15-20, 2005 年 11 月
- (9) 南部幸久, 高比良秀彰, 田崎弘章, 「高専生の IT 社会に関する意識調査 - IT 倫理教育用教材の開発とその内容についての検討 -」, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-06-7, pp.29-32, 2006 年 3 月
- (10) 島本進, 濱島高太郎, 「技術者倫理の講義とキャリア教育への道」, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-06-14, pp.67-72, 2006 年 3 月
- (11) 荒川文生, 「技術者教育に於ける技術史研究の重要性 (現場の実践を通じて)」, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-06-23, pp.21-24, 2006 年 8 月
- (12) 下村武, 「失敗を生かす - その思想と発展」, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-07-7, pp.25-28, 2007 年 3 月
- (13) 丸山武男, 「工学教育のあり方に関する一提言 - 人間教育を取り入れた教育を -」, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-08-5, pp.21-26, 2008 年 3 月
- (14) 大来雄二, 「工学系専門教育の非専門的要素の充実 - 技術倫理教育を中心に -」, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-08-6, pp.27-32, 2008 年 3 月