

総合的理解を目指した技術者倫理教育の教授法

Educational Method of Engineering Ethics Aiming for Comprehensive Understanding

安居 光 國^{※1}
Mitsukuni YASUI

藤 木 裕 行^{※2}
Hiroyuki FUJIKI

青 柳 学^{※3}
Manabu AOYAGI

菅 田 紀 之^{※4}
Noriyuki SUGATA

早 坂 成 人^{※5}
Narihito HAYASAKA

We have proposed the omnibus style to teach an engineering ethics program. This paper showed the essentials to practice the class. The engineering ethics program is constituted with the factors; grade, subject, objective even if it is operated by some themes and teachers in the style of omnibus. Also, teachers have to select the cases which have dilemma of the engineer and the good effect. And they should teach how to analyze the case. Evaluation of student activity must be made up by versatile style according to objective. And student is recommended to understand the relation of activity and object.

Keywords : Engineering Ethics, Faculty of Engineering, Method of Class, Synthesized Course, Omnibus

キーワード：技術者倫理，工学部，授業・教授法，総合科目，オムニバス

1. はじめに

技術者倫理教育には、さまざまな形態が創意工夫され生まれている。第一に、授業を受け持つ教員であるが、以前は倫理、哲学、科学史を専門にする教員が担当する、あるいは企業からの非常勤講師が担当することが多かった。しかし、最近は工学分野を専門とする教員が参画する例が多く見られ¹⁾、小林、札野の報告によると58%にのぼる²⁾。しかしながら技術者倫理の事例を学生、とくに高年次学生に解説するには分野ごとの高度な知識が必要になり、単独教員では対応が困難なことがあり、多分野の複数教員が協同教育する形式が45%までになっている²⁾。さらに、工学分野が多く要素から成り立っており、多分野にまたがる教育内容が求められており、教員団としてそれに対応しなければならない。

第二に、授業において取り扱われる事例の選択が問題になる。講義で多用される事例とは、教科書に掲載されているものであり、スペースシャトル事故、シティーコープタワーという海外事例と三菱自動車リコール事件、雪印乳業食中毒事件などがあげられる。

次に発展的な事例研究として学生に事例を調査、研究、発表させるとき、上記の事例だけでは教育効果が低いという問題があり、どのような事例を研究させるかが課題になっている。

第三に、評価の問題がある。評価の根拠は「授業を聞いた」という事実だけでは十分ではない。教育目標の設定との関係は当然であるが、教育内容、方法に応じた適切な評価方法が必要である^{3)~5)}。我々は、教育実践により技術者倫理教育方法の検討を、平成18年度文部科学省「特色ある大学教育支援プログラム」に採択された「オムニバス形式による技術者倫理教育の実践」のもと進めてきた。本論文はその成果に基づき、上記3点について論説するものである。

2. オムニバス形式

技術者倫理の授業を開講する年次は、初年時から最終年次までさまざまである^{6), 7)}。工学教育の導入期に確実に素養として意識させたいという方針から初年次が選択された場合、意識づけには効果的であるが⁸⁾、事例研究において専門知識の不足が懸念される。そのため専門性が見られ、事例の現場である企業を意識する時期の3年、4年次が好ましく、50%以上の実施例がある。本学の3年生でさえ、事例研究において専門用語の意味を質問する例が多くあり、授業に多様性を取り入れる必要がある。

そこで、学生がどのような分野を授業に取り入れて

平成20年5月2日受付

※1 室蘭工業大学応用化学科

※2 室蘭工業大学機械システム工学科

※3 室蘭工業大学電気電子工学科

※4 室蘭工業大学建設システム工学科

※5 室蘭工業大学情報メディア教育センター

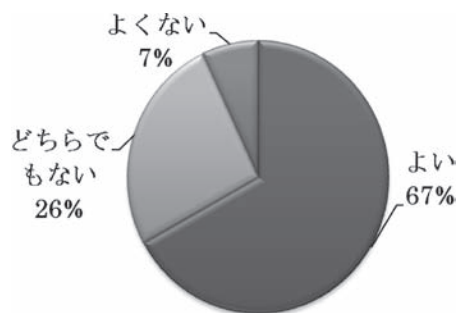


図1 オムニバス授業に対する評価

ほしいかというアンケートを2005年度に実施し、倫理学や科学者倫理、企業倫理といった基本的な内容を増やし、必要に応じてe-Learning教材で学べるようにした。このほか内部告発、リスクマネジメントなどの関連事項や複数分野の内容を、各分野を専門とする複数教員で組み立てるオムニバス形式の授業を構築した。そして2007年度に再びアンケート（615名）を実施したところ、その評価を見ると否定的な意見は1割に満たず、高い支持を受けたと言える（図1）。

また、授業において学生が求める分野を尋ねた。その結果は予測どおりであり、6学科とも自身の分野領域を第一に希望し、原子力分野は機械システム工学科および電気電子工学科に強い希望が見られた。また、それに加えて環境分野、次いで食品分野を要望した（表1）。これは3年前の集計には見られなかった。理由として昨今の環境問題、食品偽装事件が分野に関係なく広く公衆に影響を与えていることが背景にあると思われる。このことは後述の事例研究にも関連することであるが、「最近の学生は新聞を読まない」と言われても、新聞は購読料という経済理由が背景にあり、ニュースソースはテレビ、インターネットに移り、特に各種検索サイトやニュースサイトで素早く情勢を知ることができる。よって学生の社会問題に関する即応性はあると認めるべきである。

以上より、技術者倫理の授業形態に単にオムニバス形式を取り込むだけでなく、学年、構成内容、教員組織などを適切に組み立て設計しなければならない。

3. 事例研究

技術者倫理の授業は講義を聴いて知識を得るだけでは不十分で、学生自らが事例を研究することにより、将来自分が技術者として経験する可能性のある技術者倫理的状况におけるジレンマを疑似体験させ、より深く考えさせることが必要である⁹⁾。本学においては、グループワークにより他の人の意見を聞きさまざまな考えがあることを理解させることと、また全員に積極的に作業をさせるという教育的効果を考慮して、基本的に5名程度のグループに分け、事例研究を実践している。当初グループの人数はもう少し多かったが、これまでの経験よりグループワークの人数としてはこの程度が適切である。

まずは事例研究の対象となる事例を探さなければならないが、技術的な関連事故・事件が新聞紙面を毎日のように賑わせている昨今では事例を探すこと自体は難しくはない。しかしどのような事例でも事例研究の題材として使用できるかという点、さまざまな問題が考えられる。

数年前、我々が事例研究を始めた時には学生に自由に研究対象事例を探させた。上記のように事例はあふれているため対象事例が探せず困った学生はいなかったが、当然学生は事例研究を初めて行うので、どの事例が事例研究に適切であるのか、またどのような基準で事例を選択したらよいのか判断がつかず、思いつきで事例を選んでいったようである。その結果、実にさまざまな事例が研究対象となったが、学生は事例研究では具体的に何をしたらよいのかも模索しながら作業を進めているのが実情でもあり、結果的には最大の目的である事例の中にあるジレンマを見つけることができず、単なる事件・事故の調査になってしまうもの、企業犯罪の事例紹介になってしまうもの等がほとんどであった。また事前の授業で紹介したスペースシャトル事故や雪印乳業食中毒事件等の有名事例を対象とするグループも非常に多かったが、これらの広く知られている事例は各種教科書にも、またネット上にもさまざまな事例研究結果が示されており、それらをそのまま持ってくるものが多く、学生自らが考えた上でのジ

表1 希望事例分野の学科差（%）

分野／学科	建設システム	機械システム	情報	電気電子	材料物性	応用化学
建設分野	38	3	4	2	6	2
機械分野	1	34	4	7	7	1
情報分野	4	6	35	9	5	5
電気分野	0	3	7	33	3	2
材料分野	2	2	2	3	23	2
化学分野	1	2	1	3	5	21
生命分野	6	8	10	5	11	17
環境分野	20	20	16	13	20	22
食品分野	21	8	14	8	12	17
原子力分野	7	15	7	16	9	10

レンマ疑似体験とは言い難いものが多く見られた。

これらの失敗を反映させ、昨年度は以下の方法により事例研究を実施した。

3.1 有名事例の排除

著名な技術者倫理教科書8冊^{10) - 17)}を調査し、多くの教科書に共通している事例については授業における事例研究講義にのみ使用し、学生的事例研究の対象としないことにした。非対象事例は以下の4事例である。

- (1) シティーコープタワー（5冊に共通記載）
- (2) チャレンジャー号事故（8冊）
- (3) 雪印乳業食中毒事件（5冊）
- (4) 三菱自動車リコール・欠陥隠し事件（5冊）

3.2 事例研究リストの作成

事例研究においてその事例の調査を行うが、技術者倫理の授業で調べてもらいたいのは事例の内容だけではなく、その事例内で生じている技術者が感じていたジレンマである。正確にはこのジレンマについては調べるものではなく、調べた事例の中から考えてもらうものである。しかし事例によってはこの技術者のジレンマが非常に考えにくい、もしくはジレンマが存在しない事例も数多くある。これに対して、学生は事例の選択時にはそこまで考慮することはできず、結局ジレンマは見つけられず、事故・事件報告になってしまう例が多く見られた。

そこで十分ジレンマが存在すると考えられる事例を教員が事前に検討し¹⁸⁾、リストを作成し、その中から事例研究のテーマを選択させた。リストに載せた事例は以下の16事例である。これらの事例は全て我々が使用している教科書¹⁰⁾にその概略が載っているものである。

- (1) 六本木ヒルズ回転ドア事故
- (2) 豊浜トンネル岩盤崩落事故
- (3) フォード・ピント事件
- (4) リバティー船破壊沈没事故
- (5) ソフトウェアライセンス
- (6) フィリップ・ツインマーマンの公開鍵
- (7) 省エネルギー対策
- (8) VTR戦争
- (9) シンドラーエレベーター事故
- (10) カネミ油症
- (11) ユニオンカーバイド社ボーパール事故
- (12) 水俣病
- (13) 低温脆性による破壊事故
- (14) コメット墜落事故
- (15) 協和香料化学事件
- (16) シックスデイ：クローン

なお、事前に検討したジレンマの内容はまとめて担当の教員、TAで情報を共有し、各グループでジレンマが見つからない等の質問があったときにはそれに沿った指導をするようにしている。

3.3 調査分析用チェックシートの導入

上記の事例リストの中から事例研究をさせることにより、全く見当違いの研究になってしまうグループはなくなった。それでも学生は自ら調査した事例の中からジレンマを探し出さなければならず、初めての事例研究である学生にとってはなかなか難しい問題で、何をどう進めていいのかわからないグループが多く出た。そこで事例研究の進め方のガイドとなるように、ワークシート（事例の調査分析用チェックシート）を導入した。このシートは以下の7つの項目からなっている。

(1) 事例を調査する

- (a) グループで選択した事例について調査を行う。
- (b) 倫理的な問題点を中心に調査する。（インターネットの情報は不正確な場合があるので注意が必要である。あくまでも補助的に用いること。）

(2) 利害関係者をリストアップする

- (a) モラル問題（ジレンマ）の中心となる技術者を見つける。（技術者が表面に出ていない事例もある。その場合は、当然存在している技術者を登場させる。技術者が複数存在する場合は、一番重要と考える技術者を選ぶ。）

- (b) 技術者を中心に、関係する人物、組織、行政、公衆など全てをリストアップする。

- (c) それぞれについて簡単なメモをとる。必要に応じて追加の調査を行う。

(3) 利害関係を図式化する

- (a) (2) で着目した技術者を中心として、利害関係を図式化する。

- (b) 許認可権や雇用関係、法律や倫理規定などがあれば書き入れる

(4) モラル上の問題を整理する

モラル上の問題（ジレンマ）を整理する。（雇用されている会社の機密を守る義務、技術者として公衆の安全を優先する責務、自分のキャリアを守る権利など）

- (a) 決断（判断）をあいまいにさせる要因があれば書き出す。（法律や規制の問題点、測定方法による違い、用語の解釈の違いなど）

(5) 問題を解決する方法を全て書き出す

- (a) 順番は関係なく思いついたままに書いてよい。
- (b) それぞれの解決方法の結果がどうなるか予想する。

(6) 優先順位をつける（個人作業）

- (a) (5) で考えた解決方法を検討する。
- (b) それぞれの解決方法に優先順位をつける（そう考えた理由も付ける）。

(7) 責任ある技術者として、どのように行動するかを示す（グループ作業）

- (a) (6) を基にしてグループで検討する。

(b) 示した行動に対して、そう考えた理由を述べよ。

本シートの導入により、学生はグループワーク中に特に進め方等について質問をすることなく、最終結果（グループの最終行動指針）を導き出すことができるようになった。

しかし、これでもまだ事例研究の成果発表を聞いていると、非常に物足りなく思われる。やはり事例研究をするということがどういうことなのかを理解しきっておらず、その中での作業になってしまうため、表面的にシートの指示に従って進めているだけで、目的であるジレンマ疑似体験まで到達しているグループはまだ少数派であると思われる。このような状況に対処し、より深い考察をさせるための工夫を今後考えていかなければならない。

本節の最後に、事例研究についての2007年度アンケート結果（6学科合計615名）をまとめる。

グループワークにおける事例調査・討論時間は3週としたが、これについては61%が不足（24%）または若干不足（37%）との回答だった。授業時間外に要した時間との兼ね合い、また学生の勉強時間に関する認識についても考え合わせなければならないが、今後の検討課題としたい。

グループワーク時の教員・TAのサポートの必要性については、必要（10%）、ある程度必要（40%）、どちらとも言えない（31%）、あまり必要でなかった（12%）、必要でなかった（7%）となっており、半数以上がなんらかの助言の必要性を希望しており、また実際の授業では、十分（9%）、概ね十分（41%）、どちらとも言えない（38%）、若干不足（9%）、不足（3%）となっており、それなりのサポートを受けられたとの評価であった。

また事例研究の重要性については、重要（39%）、ある程度重要（42%）、どちらとも言えない（13%）、あまり重要でない（4%）、重要でない（2%）で、多くの学生がその重要性を感じており、また他グループの事例研究発表を聞くことの重要性についても、重要（45%）、ある程度重要（42%）、どちらとも言えない（10%）、あまり重要でない（2%）、重要でない（1%）と、こちらについても大多数が重要性の認識を強く持っている。一般に学生同士の発表会の場合、自分の発表に手一杯で、他グループの発表は聞く余裕がない、もしくは聞く気がない学生が多いと思われるが、本授業においては単に発表をするだけではなく、他グループの発表に対して必ず質問をすること、さらにそれらの発表を評価し点数を付けることを義務化しており、実際の発表会でも数多くの質問が現れていて、これらの効果が本項目の結果に表れていると思われる。なお、発表会は教室と時間の都合で2週に分けて実施しており、発表を行うグループはその授業では質問はしなくてもよい、という対応も役に立っていると思わ

れる。

最後に事例の調査分析用チェックシートの評価であるが、その内容については、適切（13%）、概ね適切（45%）、どちらとも言えない（32%）、やや不適切（7%）、不適切（3%）となっており、また項目数についても、多すぎる（8%）、若干多い（25%）、どちらとも言えない（57%）、若干少ない（8%）、少ない（2%）と、概ね良い評価を得ていると考えている。

4. 評価

本学「技術者倫理」の到達度目標は、以下の4項目から構成されており、評価割合をシラバスで公開している。

- (1) 技術者倫理に関する基本的な概念を理解し、技術者の判断が社会や環境に与える影響を理解することができる。（理解力） 30%
- (2) 多岐の分野におよぶ技術者倫理を継続的に学習し、総合的に技術者倫理を理解することができる。（継続学習能力） 10%
- (3) 現実的な事例における倫理的な問題をとおして、個人はもとよりグループで協力して問題解決に当たることができる。（問題解決能力） 30%
- (4) 技術者倫理をとおして、分析力、調査力などのスキルを身につけることができる。（分析調査能力） 30%

そして4つの目標をそれぞれにに応じて、小レポート、事例研究、プレゼンテーションおよび筆記試験のいずれか複数の方法で評価している。評価割合にはさまざまな試みも見られたが、現在は授業時間を考慮したものになっている。

ここで問題となるのは、事例研究、プレゼンテーションあるいはディベート^{19), 20)}をどのように評価するかである。なぜならば、レポートや筆記試験は個人評価の標準的な方法であるが、事例研究はグループで実施することが他者の意見をくみ取ることに意味があるため、個人評価をすることは困難を要する。そこで、十分な時間のあるグループ学習は、その積極性を個人評価するが、その他の成果はグループ単位の評価にならざるを得ない。

一方、レポート、筆記試験においての評価項目は、知識と分析力そして総合的な判断力である。とくに筆記試験において事例分析をさせる場合は、それまでの事例分析で扱った事例が既知の学習差を生じさせるために、仮想事例を用いることが好ましく、その仮想事例には複数の解答を許容する設定が求められる。そして最終評価は個人評価とグループ評価を加算している。

このように教員が学生に達成度目標を明確に示し²¹⁾、それに応じた評価方法による多面的評価をすることが必要である。授業を実施した後に学生自身に達

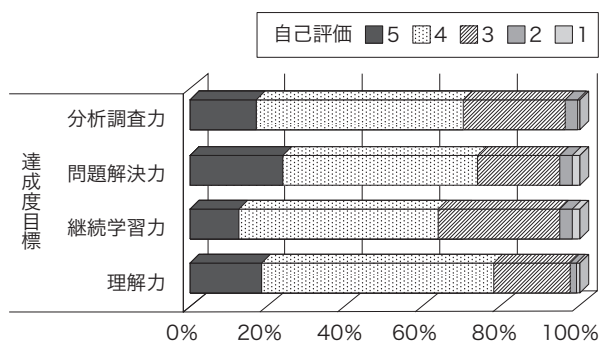


図2 達成度目標の自己評価

成度目標に対する自己評価を求めた結果を図2に示す。

学生たちは4項目のいずれもが90%以上であり、60%以上が十分な達成度であると自己評価した。すなわち、授業をととして技術者倫理の理解がなされ、事例分析等がある程度満足いくレベルであったと判断できる。

5. あとがき

2004年度から始められた室蘭工業大学のオムニバス形式による技術者倫理教育は、2007年度には全学にわたる完全な連携体制が整った。全担当教員が専任でなく、それぞれの専門を持つ兼任であるため理想と現実のバランスを取りながら現状の教育を進める一方、改善に取り組んでいる。事例研究において、学生たちに他者の意見に耳を傾け、多面的な分析や選択肢のある解答を求めている以上、我々教員団も同様に議論し、教育方法の向上に努めなければならない。

謝 辞

本教育研究は、文部科学省「特色ある大学教育支援プログラム」の支援と多くの教職員によって実施されました。特に、室蘭工業大学鈴木好夫教授に多大な支援、教示を、調査分析シートの作成では近澤進教授のご努力を賜りました。ここに、心よりお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 田村隆弘, 原 隆: 技術士によるオムニバス形式の技術者倫理教育, 工学教育, 54-1, pp.142-148, 2006
- 2) 小林幸人, 札野 順: 技術者倫理教育に関する実態調査報告, 工学教育, 55-4, pp.197-201, 2007
- 3) 岡田 正, 吉永洋一: 津山高専における工学倫理教育の実践, 工学教育, 54-1, pp.137-141, 2006
- 4) 松木純也: 技術者倫理教育の可能性, 工学教育, 54-1, pp.130-136, 2006
- 5) 本田康二郎: 科学技術倫理教育における教育効果

測定のかえ方, 工学教育, 54-1, pp.159-164, 2006

- 6) 阿倍隆夫, 八森 章: 技術者倫理: 学生の意識と教育の取組, 工学教育, 54-1, pp.123-129, 2006
- 7) 小林幸人: 工業高専における総合的技術者倫理教育プログラムの構築について, 工学教育, 55-3, pp.117-121, 2007
- 8) 福島 博: 機械システム工学系の学部1年生を対象とした技術者倫理教育, 工学教育, 54-1, pp.119-122, 2006
- 9) 大場恭子, 札野 順: 技術倫理教育と価値共有プログラム, 工学教育, 54-1, pp.101-108, 2006
- 10) 北海道技術者倫理研究会編: オムニバス技術者倫理, 共立出版, 2007
- 11) C. ウィットベック: 技術倫理1, みすず書房, 2000
- 12) 杉本泰治: 技術者倫理入門(2版), 丸善, 2002
- 13) 中村収三: 実践的工学倫理, 化学同人, 2003
- 14) 札野 順: 技術者倫理, 日本放送出版協会, 2004
- 15) 松島隆裕: 技術者倫理, 学術出版社, 2004
- 16) 中村昌允: 事故から学ぶ技術者倫理, 工業調査会, 2005
- 17) 杉本泰治: 技術者倫理入門(3版), 丸善, 2005
- 18) 鈴木好夫, 森田桂輔, 安居光國, 棚田一郎, 藤木裕行, 青柳 学: 技術者倫理教育における事例研究の因果関係解析ツール, 工学教育, 54-1, pp.149-153, 2006
- 19) 高野倉雅人, 林 茂雄: ディベートを活用した技術者倫理の実践的教育, 工学教育, 55-5, pp.40-47, 2007
- 20) 高野倉雅人, 林 茂雄: ディベートを活用した技術者倫理の実践的教育の教育効果について, 工学教育, 56-2, pp.8-13, 2008
- 21) 小林幸人, 大河内康正, 岩部 司, 渡辺裕子: 八代高専における学習・教育目標の設定およびその達成のためのカリキュラム設計, 工学教育, 55-3, pp.122-131, 2007

著 者 紹 介



安居 光國

1982年 大阪大学理学部生物学科 卒業
 1987年 大阪大学理学研究科生理学専攻博士課程 単位取得満期退学
 1987年 理学博士(大阪大学)
 現 在 室蘭工業大学工学部応用化学科准教授
 所属学協会 日本工学教育協会, 化学工学会, 日本農芸化学会, 日本生化学会, 日本応用糖質科学会
 連絡先 yasui@mmm.muroran-it.ac.jp