

技術者倫理を自分の問題として考える重要性 — 環境都市技術者倫理の取組みを中心にして

The Importance of Considering Engineering Ethics as One's Own Problem: Focusing on the Efforts of the Ethics for Civil Engineers

瀬口昌久

名古屋工業大学大学院工学研究科
ながれ領域

Masahisa SEGUCHI
Nagoya Institute of Technology
Graduate School of Engineering
Nagare College

【Key words】

1. 環境都市技術者倫理 (Ethics for Civil Engineers)
2. 工学倫理 (Engineering Ethics)
3. 環境汚染 (Environmental Pollution)
4. フェロシルト (Ferosilt)

【概要】

名古屋工業大学では、2002年に大学院共通科目として「工学倫理特論」を初めてカリキュラムに導入してから20年が経過した。本稿では本学での20年間の工学倫理・技術者倫理系科目の推移を概観したうえで、社会工学科の環境都市分野で開講されている「環境都市技術者倫理」の教育実践に焦点を当てて報告する¹。技術者倫理と環境問題をテーマにしたフェロシルト問題の授業を代表例として取り上げ、最も重要な課題としている学生によるプレゼンテーションの取組みを紹介する。

¹ 本稿は、2022年1月14日開催の2021年度第5回FD研究会「環境都市技術者倫理の現在の取組みと今後の継続的な展開」(社会工学科環境都市分野による全学公開FD, 共催: 社会工学教育類, 工学教育総合センター)での講演内容をまとめたものである。企画およびコーディネーターを務められた北野利一教授に感謝します。

1. 本学の工学倫理系科目の推移

当初は「工学倫理特論」の1科目だけであったが、JABEE（一般社団法人日本技術者教育認定機構）の教育プログラム認定を受ける学科も現われ、倫理科目の重要性が認識されるにつれ、開講科目が追加されることになった²。2022年度に開講されている工学倫理・技術者倫理として位置づけられる科目は、学部では「工学倫理」、「環境都市技術者倫理」、大学院博士前期課程では、「工学倫理特論」「技術と倫理」「社会工学技術倫理論」、大学院博士後期課程では「研究者・技術者倫理」の合計6科目になっている（表1）。

表1 2022年度に開講されている工学倫理・技術者倫理系の科目一覧

区分	科目名	対象学科	開講学年	単位数
学部	環境都市技術者倫理	環境都市分野	3年・前期	2・必修
	工学倫理	上記外全学科	3年・前後期	2・選択
博士 前期	工学倫理特論	全専攻	M1・前後期	2・選必
	技術と倫理	全専攻	M1・第1-4Q	1・選必
	社会工学技術倫理論	社会工学系	M1・第3Q	1・選必
後期	研究者・技術者倫理	工学専攻	D1・第3Q	1・必修

（QはQuarter制での開講を指し、選必は、選択での必修科目を意味する）

大きな変更が2点あった。第一は、2006年度から学部でも「工学倫理」が開講されるようになったことである。カリキュラム改革で、「ものづくり・経営基礎科目」（現在は、「産業・経営リテラシー」に名称変更）群が共通科目として新設されたときに、その選択科目の一つとして開講された。「ものづくり・経営基礎科目」が、3年次の前後期の帯時間（金曜日・1・2限）で開講されたことを受けて、前後期各2クラス、合計4クラスを開講し、1クラスの学生定員を60名として、910名の学部学生のうち合計240名に工学倫理の履修の機会を提供することになった。また、夜間主の第二部（現在は基幹工学教育課程に移行中）でも、「ものづくり・経営基礎」科目として新設され

² 本学での工学倫理の導入の経緯と2007年までの初期の取組みについては、瀬口（2007a）を参照。

た「法工学」の授業に工学倫理の内容が含まれ、全 15 回の授業のうち 10 回が工学倫理の授業内容となっている。

2008 年度には、電気電子工学科と都市社会工学科で JABEE の受審準備が始まったことを受けて（JABEE 認定は 2010 年度から）、従来の「ものづくり・経営基礎」科目とは別の帯時間帯を設けて、両学科の JABEE クラスだけを対象とする「工学倫理」を 4 クラス追加で開講することになる。さらに 2012 年度には、社会工学科の都市社会分野の JABEE 対策強化の一環として、JABEE クラスのうち当該 2 クラスの「工学倫理」を「技術者倫理」に改称して、「ものづくり・経営基礎」科目ではなく、専門科目として 2 年次後期に開講することになった。だが、すぐに開講時期は 2 年次後期から 3 年次前期に移動することになる。これは授業担当者が、3 年次に開講している「工学倫理」と比較して、学習効果の観点から、2 年次後期では履修が早すぎると判断したためである。

2008—2016 年度まで、学部の工学倫理系科目は 8 クラス（受講学生数は 480 名）体制であったが、2017 年度より、電気電子工学科が JABEE の認定から撤退したことに伴い、「工学倫理」は 4 クラス体制に戻った。2018 年度より、環境都市分野からの要請があり、「技術者倫理」を「環境都市技術者倫理」に改称して、現在に至っている。したがって、2022 年度では学部で工学倫理系の授業を履修している学生は約 280 名（「工学倫理」約 240 名、「環境都市技術者倫理」約 40 名）であり、学部生全体の約 3 割にとどまる。

第二の大きな変更点は、2020 年度から工学倫理系の倫理科目が大学院博士前期課程の全専攻で必修化（1 単位以上）されたことである。本学の中期計画・中期目標で大学院での倫理教育の重視が掲げられ、令和 2 年度の計画で、数理情報科目とともに必修化された³。686 名の院生が履修するため、「技術と倫理」の科目が新設され、4 つの Quarter に合計 8 クラスが新たに開講されることになった。博士前期課程の院生は、「技術と倫理」「工学倫理特論」「社会工学技術倫理論」のいずれか一つを選択して単位を取得する必要がある。本学における工学倫理教育は、学部教育よりも大学院での取り組みが先行していることが特色である。

³ 「第 3 期中期目標期間（平成 28～令和 3 年度）の中期目標・中期計画等」「令和 2 年度 国立大学法人名古屋工業大学 年度計画」

https://www.nitech.ac.jp/intro/corporative/plan/third_term.html

大学院での倫理科目は、博士後期課程においても重視されている。2016年度からは、研究倫理の取組みを推進するために、大学院博士後期課程において、「研究者倫理」が開講された。2019年度からは、共同ナノメディシン科学専攻を除く全専攻で必修科目となっている（2022年度からは「研究者・技術者倫理」に改称）。共同ナノメディシン科学専攻では、研究倫理ではなく、専攻の特性により即した「生命倫理特論」が開講されている。

なぜ、大学院の方が学部よりも倫理教育の導入や強化において先行したのだろうか。その根本的な要因は、学部よりも専門性が高まるにしたがって、工学倫理・技術者倫理の必要性がより強く認識されるためであると考えられる。また、学部が4年であるのに対して、博士前期課程が2年であることから、カリキュラム改革がより容易で、機動的に行えるという制度上の背景もあるだろう。博士後期課程は、3年間ではあるが、学生定員が42名と少数であることが、カリキュラム改革を学部の改革に比べて容易にしている。また、大学院の倫理科目においては、「技術と倫理」、「研究者・技術者倫理」科目には、主に留学生を対象とした英語クラス（英語のみの授業）を各1クラス開講し、技術者倫理について留学生の理解度を高める授業運営を行っていることも本学の倫理教育において特筆すべき点である。

2. 「環境都市技術者倫理」の概要

「環境都市技術者倫理」は以上の推移で述べたように、JABEE認定対象の社会工学科環境都市分野の学生全員が、JABEEが求める技術者倫理を受講できるように、「工学倫理」の特別枠として開講されるようになった科目である。とくに「工学倫理」と別内容にすることは意図されていなかったこともあり、教科書は「工学倫理」と同一である⁴。しかし、必修の専門科目として位置づけられたことによって、その重みが増し、2016年度からは、大学院入試の出題科目として位置づけられ、「土木倫理」の出題が始まっている。以下、「環境都市技術者倫理」の授業の目的と達成目標、成績評価、授業内容について述べたい。

⁴ 齊藤&坂下（2014）。

授業の目的は、「技術者としての確かな倫理的判断を下すことができるようになるために、技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および、技術者が社会に対して負っている責任を理解する」ことである。JABEEが求める要件に対応する内容となっている。また、この目的は本学のディプロマ・ポリシーの「人間、文化、社会を理解し、それらを技術的観点から考察する能力と技術を新しい生活につなぐ強い使命感・責任感、高い倫理観」に対応している。

授業の達成目標は以下の4項目である。

1. 「倫理規定」、「フェイルセーフ」、「事故の原因追求と責任追及」といったキーワードを理解し、説明ができる。
2. 技術に関わる事故や事故のケーススタディを通して、事故原因と事故の背景にある倫理的問題について多面的な視点から理解できる。
3. 技術に関わる事故を防止するために、論理的に考え、事故の予防策や改善策を考察できる。
4. 技術に関わる事件や事故のケーススタディのプレゼンテーションを行い、事故を防ぐためのコミュニケーション力を習得する。

このうち4の事件・事故のケーススタディのプレゼンテーションの項目が、本授業の最も重要な達成目標であるので、詳しくは後述する。

成績評価の方法は、2019年以前は毎回の小テスト15%、プレゼンテーション25%、期末テスト60%で評価していたが、新型コロナウイルスの感染拡大をうけて、対面授業からオンデマンドのオンライン授業に変更されて以降は、毎回の小テストと課題が60%、プレゼンテーションが40%の割合となった。また、「原則、8割以上授業に出席し、かつプレゼンテーションを提出したものにつき評価する」という条件を課している。

2021年度の15回の授業内容は以下の通りである。

- 1回 技術者倫理を身につけたエンジニアになろう！
- 2回 スペースシャトル・チャレンジャー号*事故から学ぶ
- 3回 スペースシャトル・コロンビア号事故から学ぶ
- 4回 JCO 臨界事故*に学ぶ

- 5回 フェロシルト問題—環境問題と技術者倫理の課題
- 6回 自動車の安全性の歴史に学ぶ（フォード・ Pinto 事件*）
- 7回 チャイルドシートのミスユース
- 8回 ブレーキとアクセルの踏み間違い事故
- 9回 歩行者と自転車の安全を考える
- 10回 三菱自動車リコール隠し事件*
- 11回 技術に関わる法律や法令の重要性を学ぶ（シュレッダー事故）
- 12回 倫理的ジレンマの対処法を学ぶ（ギルベイン・ゴールド*、シ
ティコープタワー*）
- 13回 プレゼンテーション第1回
- 14回 プレゼンテーション第2回
- 15回 プレゼンテーション第3回

（*は教科書に掲載されている事例）

このなかで、第5回の授業内容を次に紹介したい。

3. 環境都市技術者倫理の授業から—「フェロシルト問題」

フェロシルトとは、三重県四日市に工場をもつ石原産業が、廃棄物を再利用して製造・販売した土壌埋め戻し材の製品名である。製造過程で六価クロムなどの有害物質が含まれていたにもかかわらず、三重県がリサイクル製品に認定したこともあり、72万トン以上のフェロシルトが愛知・岐阜・三重・京都の農地や住宅地、造成地などに投棄されていたことが2005年に発覚した。本学の学生は、東海三県の出身者が多く、技術者倫理に関わる環境問題を身近なものとして考えられるように、この問題を取り上げている。

授業は、(1)フェロシルト問題とは何か（事件概要、経過、原因、倫理的問題と背景、改善策等）、(2)三重県のリサイクル製品認定審査の問題点：行政の責任、(3)倫理的ジレンマの対処法、(4)環境汚染との闘いの歴史に学ぶ、という4部構成となっている。授業では、映像資料として、「フェロシルト問題を追う」（NHK ナビゲーション 2005.11.11 放送）の一部を使用する。技術者倫

理の授業においては、技術業の経験がない学生たちにリアリティをもって事件を理解してもらうために、ニュースなどの映像資料を積極的に活用している。以下、授業内容について概略を説明する。

3-1 フェロシルト問題とは何か

石原産業は、大阪に本社をおく大手の化学メーカーで、1938年に三重県四日市に先駆けて工場進出し、化学肥料や除草剤などの製造を手がけていたが、1954年からは硫酸法による酸化チタンの製造を行うようになった。酸化チタンは自動車や歯磨き粉にいたる幅広い用途をもつ塗料の原材料として需要が高く、事件発覚当時、石原産業は酸化チタンの製造日本1位（国内シェア4割）、世界でも5位の生産量を誇っていた。現在でも従業員数1,144名（2022年3月31日現在⁵⁾）を擁する大企業である。

チタン鉱石を硫酸で溶かして酸化チタンを精製する過程で、大量の硫酸廃液が出る。その廃液処理のため、1990年代には年間に約10億円の処理費がかかっていた。酸化チタンの需要の低迷と安価な輸入品にシェアを奪われたことを背景に、産廃処理費を圧縮する強い要求があり、廃液・産業廃棄物（アイアンクレー）を加工して、リサイクル製品として販売するアイデアが採用された。1998年から、大量の硫酸廃液を乾燥して土壌埋め戻し材「フェロシルト」を作製して販売することになった。フェロシルトの主成分は、酸化鉄、石膏、水分であったが、植物の生育によい土壌改良剤をうたい、価格は通常の土の5分の1と安価であった。2003年に三重県の「リサイクル製品」の認定を受けたこともあって販売が拡大し、石原産業の廃棄物はピーク時の1998年の123300トンから2003年度には7分の1の17600トンにまで縮小した。

しかし、フェロシルトの製造の過程で発癌性の強い六価クロムやフッ素などの有害物質が含まれ、また、2002年からはフェロシルト製造には関係のない申請外廃液や農薬製造過程などで生じた残滓や廃液を不正にフェロシルトに混入していたことが、2005年10月に明らかになった。三重県の立ち入り検査の時には、廃液の不正混入を行っていた製造工程を変えて（パイプラインの付け替え）、三度にわたって検査をすり抜けていたことも三重県の調査で明るみに出た。

⁵⁾ 「石原産業について」「会社概要」<https://www.iskweb.co.jp/company/profile.html>

2005年の段階で、72万トンのフェロシルトが愛知・岐阜・三重・京都の農地や住宅地、造成地など32箇所に埋められていたことが判明した。その後もフェロシルトの埋設地が次々と明らかになり、石原産業がフェロシルトの完全撤去を発表した2015年段階で、45箇所の埋設地が公表され、フェロシルトを含む回収土砂の総量は約187万トンにも及んだ。

申請外廃液の不正混入のほかに、三重県警などがフェロシルトをリサイクル製品ではなく、産業廃棄物に当たると判断した根拠の一つが「逆有償」と呼ばれる特異な商取引にある。石原産業はリサイクル製品として1トン当たり150円で販売していたが、これを購入した業者に、フェロシルトの運搬費として1トン当たり3500円を支払っていた⁶。石原産業が硫酸廃液を産廃として通常処理した場合には、1トン当たり約9000円の処理費がかかっていたので、硫酸廃液の処理費として1トン当たり5000円以上の経費を節約していたことになる。総額約50億円に及ぶ処理費の節減をしたと推定されている⁷。

2007年の津地方裁判所の判決では、石原産業に罰金5000万円が命じられた。判決では「複数の従業員もフェロシルトが産業廃棄物であるとの認識を持っていたことなどから、組織的犯行と評価できる」とされ、法人については、「会社の社会的責任を忘れ、従業員に法令順守を徹底する義務を放棄して、経済的利益を追求した」と断じられた。石原産業の取締役会は、この判決に控訴しないことを決議して、同社への判決が確定した⁸。

フェロシルト問題の経過を年表にまとめておく（表2）。

表2 フェロシルト問題年表

1998年	フェロシルトの製造を開始
2001年	三重県、全国初のリサイクル製品推進条例を制定
2002年	申請外廃液の不正混入を開始
2003年	三重県の「リサイクル製品」認定を受ける
2004年	瀬戸市の蛇ヶ洞川が赤濁し、住民の指摘でフェロシルトの流出が発覚

⁶ 「三重県健康福祉環境森林常任委員会会議録（平成17年11月4日）」

<https://www.pref.mie.lg.jp/KENGIKAI/08759009365.htm>

⁷ 鳥羽（2008）pp.9-10.

⁸ 鳥羽（2008）pp.13-14.

- 2005 年 4 月 フェロシルトの販売中止
- 6 月 岐阜県の埋設土壌から環境基準を大幅に超える六価クロムが検出
三重県がリサイクル製品の認定取り消し
- 10 月 三重県の調査で申請外の廃液の不正混入が判明
- 11 月 三重県が廃棄物処理法違反で石原産業を刑事告発
三重県警が同法違反容疑で石原産業に強制捜査
愛知・岐阜県が石原産業に廃棄物処理法に基づき撤去命令
石原産業は 06 年 9 月までにフェロシルト撤去を約束
- 2006 年 5 月 瀬戸市のフェロシルト撤去の取り消し求めて石原産業が、愛知県を提訴
- 11 月 合同捜査本部が四日市工場元副工場長ら 4 人を逮捕し、法人として同社を書類送検
- 12 月 愛知県への産廃汚泥不法投棄容疑で 2 人を追送検
- 2007 年 6 月 副工場長らに有罪判決、石原産業に罰金 5000 万円の判決
- 7 月 愛知県瀬戸市瀬戸市広之田地区でフェロシルトの不法投棄が明らかになり、農薬原料製造過程でできた廃棄物（「フェロシルト B」と命名）約 257 トンを瀬戸市の 2 箇所不法投棄していたことが判明
- 11 月 愛知県が石原産業を告発
フェロシルトの撤去と原状回復費用は、2007 年時点で 515 億円を上回る
- 2008 年 5 月 酸化チタン廃棄物（アイアンクレイ）の空間放射線量率を改ざんし、最大で基準 3 倍の放射性廃棄物を 16 年間にわたり県内の処分場に埋め立てていたことが明らかになる
- 2015 年 3 月 瀬戸市幡中地区の撤去が終了し、45 箇所の埋設地の撤去の完了を表明

事件後の改善策として、石原産業は、事件発覚後の2005年11月に「コンプライアンス最優先とコンプライアンス違反の早期発見を報告」を骨子とする「コンプライアンス宣言」を発表した⁹。さらに2007年の裁判結果を受け入れて社内調査を行い、2008年5月にコンプライアンス総点検として9件の不正を発表した¹⁰。以下はそのうちの4つの不正である。

- ①四日市工場で、化学兵器の禁止及び特定物質の規制等に関する法律によって国への届出が義務付けられている毒性の高い物質「ホスゲン」の大量製造を無届けで行っていた。
- ②地下水から環境基準500倍のヒ素が検出された。
- ③廃棄物の放射線量が基準値を上回るにも関わらず、三重県には基準を下回るようデータ改ざんし、虚偽報告をしていた。
- ④運搬船から液化アンモニアをパイプで工場内のタンクに搬入する際に発生する、パイプの中に残る気化したアンモニアガスを40年以上にわたり伊勢湾に放出していた。

ウェブ上で公表されている石原産業環境専門委員会の第21回(2020年1月27日)資料によると、②のヒ素による土壤汚染問題は、発覚後14年を経ても解決しておらず、2021年度以降にも土壤調査や酸化鉄系ヒ素吸着剤の注入、汚染拡散防止壁の施工工事が計画されている¹¹。

このケーススタディから、学生がまず学ぶことをいくつか列挙しておこう。第一に、環境汚染や公害では、被害の回復には膨大なコストと時間がかかることである。第二に、残念ながら、たとえ大企業であっても、経営トップが関わる不正があること、したがって、第三に、技術者が企業の一員として不正に加担する圧力を受ける場合があること、また、第四に、企業風土を変えるのは一朝一夕ではいけないことである。しかしながら、技術者として、「様々な化学技術が公衆の安全、健康および福祉を阻害する可能性があることを良

⁹ 鳥羽 (2008) pp.14-16.

¹⁰ 『毎日新聞』2008年5月14日。

¹¹ 石原産業四日市工場環境専門委員会 <https://www.iskweb.co.jp/kankyoku/>

く理解し、常にライフサイクル全体を見渡し、専門家としてこれらを守ることと最大限の努力を払って行動¹²⁾」する必要があることである。

3-2 三重県のリサイクル製品認定審査の問題点：行政の責任

フェロシルト問題は、企業の責任だけにはとどまらない。フェロシルトをリサイクル製品として認定した、三重県の行政責任も大きいといわねばならない。三重県は環境先進県を掲げて、2001年に全国初の条例として「三重県リサイクル製品利用推進条例」を制定した。しかし、石原産業の不正を見抜くことができずに、フェロシルトに「リサイクル製品」として行政のお墨付きを与えたことで、販売と被害を拡大する結果につながった。社会工学科の環境都市分野の学生の卒業後の進路として、市や県などの行政に就職するケースが少なくない。フェロシルトをめぐる三重県の対応の問題点を知ること、行政がかかえる難しさと責任を学ぶことも、授業の重要な目的の一つである。

三重県のリサイクル製品の認定審査は、①書類審査（品質等の確認および環境法令の確認）、②立ち入り検査（現地調査）、③認定委員（学識経験者）によるチェックの三段階の審査過程からなっていた。結果的にこの審査システムでは、フェロシルトの有害性を見抜くことができなかった。審査のどこに問題があったのだろうか。

①の書類審査において、三重県はフェロシルトの成分分析のデータ改ざんを見抜けなかった。三重県はフェロシルトの抜き取り調査や、成分分析の独自調査を行っていなかった。三重県環境森林部の総括室長は、NHKの番組の中のインタビューで、リサイクル製品の認定審査とは、「法の遵守、安全性への配慮を期待しながらの審査」であり、分析結果は第三者機関である環境計量証明事業所のものであることから、石原産業が提出した書類を信頼していたと述べている¹³⁾。石原産業が提出したのは、三重県環境保全事業団の分析結果である。その分析結果では、六価クロムは1リットルあたり0.04ミリグラム未満とされ、環境基準（1リットルあたり0.05ミリグラム）以下となっている。しかし、石原産業は、2001年フェロシルトを販売し、京都府のゴ

¹²⁾ 「公益社団法人化学工学会 倫理規定・行動の手引き」1-2. (安全の確保)

<https://www.scej.org/general/ethics.html>

¹³⁾ 「フェロシルト問題を追う」(NHK ナビゲーション 2005年11月11日放送)。

ルフ場へ搬出した際に周辺住民から不安の声が上がったため、フェロシルトの品質を保証しようと大阪府内の民間検査会社に溶出試験を依頼していた。この試験でフェロシルトから有害物質の六価クロムが、環境基準を超える1リットルあたり0.19ミリグラム検出されていたことがわかっている¹⁴。

大阪府内の民間検査会社の試験では六価クロムが環境基準を超えていたことを認識していた石原産業が、リサイクル製品の認定のために三重県環境保全事業団に検査を依頼したときに、何らかの工作を行ったかは本稿の調査では不明である。だが、他の民間の環境計量証明事業所よりも、検査に甘い点があったのではないかと、「法の遵守、安全性への配慮を期待」した検査ではなかったかと疑われる。少なくとも石原産業はそうに判断して、三重県環境保全事業団に依頼したのではないかと。三重県環境保全事業団は、社団法人三重県環境衛生検査センターを前身に1977年9月に設立された一般財団法人である¹⁵。設立当時は、理事長に三重県知事、理事には三重県の主要都市の市長とコンビナートの工場長が選ばれ、石原産業の工場長も30年間にわたりその理事を務めている¹⁶。フェロシルトの成分検査を行ったときにも、石原産業四日市工場長の安藤正義常務が三重県環境保全事業団の理事を務めていた¹⁷。

三重県環境保全事業団は、他の民間の検査企業に比べて、検査方法の厳密さや手続きの公正さに不足や問題がなかったかを検証する必要があるだろう。三重県の「フェロシルト問題に関する検討調査最終報告書」ですら、「チタン鉱石中に不純物としてクロムが含有されていることは、化学技術者にとって予見可能と考えられ、審査段階でチタン鉱石中のクロム含有率に関する資料の提出を求めれば、フェロシルトの現在料である使用済み硫酸にクロムが含まれる可能性は認識できたと思われる」とし、申請書に添付された「フェロ

¹⁴ 『朝日新聞』2007年3月30日。

¹⁵ 「一般財団法人三重県環境保全事業団」「組織」「事業団概要」「沿革」
<https://www.mec.or.jp/index.php/jigyodan/enkaku/>

¹⁶ 『朝日新聞』（名古屋版社会面）2005年11月28日。

¹⁷ 四日市再生「公害市民塾」「フェロシルト」をめぐる動き

http://yokkaichi-kougai.exp.jp/contents2/siminjuku/2007/1_m/ferosiruto_ugoki.htm

シルト QC 工程図」も併せて検討すれば、フェロシルト自体に六価クロムが含まれる予見性はゼロではなかったとしている¹⁸。

②の立ち入り検査（現地調査）は、三重県が石原産業に事前通告をしてから行われていた。検査の日程を知った石原産業は、リサイクル製品と認定された製造工程とは異なる申請外廃液の混入を隠すために、事前に配管をつけ替えて、不法な廃液混入を三回にわたって隠ぺいしたことが明らかになっている¹⁹。三重県環境森林部総括室長は、配管のチェックなどは担当者がいないとできないので事前通告をしていたが、悪質に配管まで変えるのは異例な事例であり、「想定外」であったと述べている²⁰。しかし、三重県がリサイクル製品と認定したことが、フェロシルトの販売拡大になった結果を考えれば、リサイクル製品推進条例の制定時における検討不足、リスク対策の欠如といわざるをえない。定められた条例に関して、行政や監督官庁が抜き打ち検査をせず、事前に予告したうえで行う調査は、意図的な不正に対してはまったく無力であり、何ら実効性をもたないことは、四日市の工場排水による海洋汚染公害の歴史が如実に示している²¹。

③の学識経験者のチェックには、4人の大学教授が審査に関わった。審査は審査委員会による合議制ではなく、県の職員が申請書類とフェロシルトのサンプルを持って、一人ひとりの教授のもとを訪れて説明するという形式で行われた。委員会が開催されなかったこともあって、学識経験者は、持ち込まれた資料だけで判断し、十分な検証をしないままリサイクル製品として適当であるという意見を与えてしまった。

本学を含めて、現在、大学教員には教員評価の基軸の一つとして社会貢献の面からも評価が行われる。市や県から審査委員や諮問委員などの就任要請は、教員サイドにも歓迎する環境が醸成されている。行政や企業からの協力要請に対しても、筆者をふくめ大学教員には、学術的な厳密さと公正さがいかに担保されるのかを考え、何のために学問や科学に取り組んでいるのか、みずから問い直すことが求められるだろう。

¹⁸ 「フェロシルト問題に関する検討調査最終報告書」（三重県フェロシルト問題検討委員会）、2005年12月15日。

¹⁹ 『日本経済新聞』2005年10月18日。

²⁰ 「フェロシルト問題を追う」（NHK ナビゲーション 2005年11月11日放送）。

²¹ 田尻(1972)pp.23-24, p.97.

以上のように三重県のリサイクル製品認定制度は、①②③のいずれにおいても、科学的手法による厳正な検査や審査を行なうことなく、フェロシルトの不正を見抜くことができなかった。

ここにはフェロシルト問題にかぎらず、耐震構造偽装や東京電力トラブル隠しなどの企業不正に共通する、不祥事を起こす企業と監督官庁などの行政との構造的な問題点がある。第一に、認定認可を行う監督官庁や行政機関に検査する能力・人材（エンジニア）がいないことである。たとえば、建築基準法の改正によって、建築確認の業務が民間に開放されたことで、それまで建築確認を行っていた建築主事がいなくなったことが挙げられる²²。第二に、「抜き打ち検査」などの独立したチェックを監督官庁や行政が行わないことである。エンジニアや専門家がいないため、できるのは申請書類に不備がないかをチェックするだけであり、現場での科学的調査や技術的検証は行えない。問題が発覚したときの言い訳は、「性善説」と「想定外」になる。第三に、学識経験者や外部機関の専門家は形式のお墨付きを与えるだけで、手間暇やコストのかかる実質的チェックをしない審査制度がつくられていることである。つまり、故意の偽装や不正を見破ることが不可能な、安価で無力な安全管理・検査・許認可システムが温存される。その結果、公衆の被害が起きて人命の損失や健康被害や環境破壊を招くか、あるいは第三者が危険性を発見したり、内部告発などで問題が発覚したりすると、被害からの回復や案件処理には桁違いの膨大な社会的コストがかかることになる。行政と企業の癒着は、贈収賄の談合事件を生むだけでなく、公害や防災への根本的な対策を遅らせ、深刻な被害の拡大につながる²³。「公害防止においては、行政というものが決定的な役割を果たす」という言葉²⁴をかみしめる必要がある。

3-3 倫理的ジレンマの対処法

石原産業にも良心的な従業員がいて、石原産業の子会社の従業員が副工場長にフェロシルトの製造に不正な廃液の混入をやめるよう進言していたことも報道されている²⁵。結局、子会社ゆえに従わざるをえなかったという。授

²² 瀬口(2007b)pp.9-13.

²³ 田尻(1983)pp.121-122.

²⁴ 田尻(1972)p.186.

²⁵ 『日本経済新聞』2005年10月26日。

業では上から圧力で技術上の不正を強いられた場合に直面する倫理的ジレンマには、どのように対処すればよいかを取り上げている。教科書に記されているセブンステップ・ガイドや線引き法、創造的中道法²⁶などを授業で紹介する。第12回の授業では、仮想事例のギルベイン・ゴールドやシティコープタワーの実際の事例を取り上げ、倫理的ジレンマに対処する難しさと、望ましい姿勢に焦点を当てている。

第5回のこの授業では、倫理的判断に迷ったときに、状況を分析して、倫理規定に照らしてなすべき行動を選択することの有効性を学ぶ。そのため、土木学会が作成した『土木技術者倫理問題』などを参考にして、設計図と現場条件が相違した事例を扱った課題を出し、土木学会の倫理規定に照らせばどのように行動すべきかを学生に考えさせることにしている²⁷。ある造成工事の設計計画では、表土掘削を行い、硬質粘土層を支持地盤とすることになっていたが、予想よりも軟質で、工事担当者は十分な支持力を期待できないことを発注者側の監督員に伝えたが、監督員からは設計図面通り工事を継続するよう指示された場合にどうすべきかという課題である。このような課題や具体的事例を用いてグループ・ディスカッションすることが、倫理的ジレンマを考えるうえで学習効果が高い。オンデマンド授業となり、ディスカッションができなくなってからは、課題に対する学生の回答の自由記述を、次の授業時に無記名で受講者に公開して、互いの考えや意見を分かち合うことができるようにしている。

3-4 環境汚染との闘いの歴史に学ぶ

石原産業は、フェロシルト問題だけではなく、1967年に提訴された「四日市ぜんそく公害訴訟」の被告企業の一社であり（1972年7月原告患者側全面勝訴）、1971年には四日市港に総量1億トンもの強い硫酸廃液を垂れ流したことで「港則法」「三重県漁業調整規則」などの違反で訴えられ、10年の裁判を経て1980年3月に有罪となった過去をもつ。授業の最後には、深刻な工場排水で死の海と化していた四日市の海を守るために立ち上がった四日市海

²⁶ 齊藤&坂下(2014)pp.210-215.

²⁷ 土木学会技術推進機構継続教育実施委員会（2005）pp.18-19.

上保安部の保安官たちの活動に光を当てたドキュメンタリー番組「海をかえせ」(NHK「ある人生」1970年12月放送)の一部を紹介している。

番組で見る1970年頃の日市港は、黄色く泡立った工場排水でにおわれ、魚もすめない死の海である。海の公害に対し立ち上がったのは、三重県や日市市ではなく、日市市海上保安部の職員たちだった。1日20万トン、PH1.8の強い硫酸廃液を日市市港に垂れ流していた石原産業を、港を守る「港則法」と魚類を守る「水産資源保護法」によって1969年12月に摘発し、書類送検した。強い硫酸廃液が一定期間にわたって故意に捨てられていることを立証するため、海上保安部の職員たちは、工場側に気づかれないようにひそかに週に数回、工場排水をチェックし、酸の濃度や量を特定し、排水の海への拡散を調査した。石原産業の棧橋に出入りする小型タンカーの冷却水ポンプ等の金属部分が工場排水の強酸でやられている科学的証拠を集め、被害を立証する。名古屋大学などの大学教員の協力も得ながら、名古屋市工業研究所にも何度も通い、工場排水による公害の科学的根拠を積み上げた。彼らは中学や高校の理科の教科書から勉強を始め、捜査で押収した資料から生産工程の全容をみずから解明したのである。現在、日市の海が美しい海によみがえった背景には、このような人たちの積極的な取り組みと奮闘があった²⁸。今日も世界の各地で、50年前の日本の海や環境で起きたようなことが引き起こされている。この授業回の最後のポイントは、現在も世界ではかつて日本が経験したような深刻な環境問題が続いている事実に向け、その解決のために専門技術を活かせる可能性を歴史から学ぶことである。

4. 事件事故のケーススタディのプレゼンテーション

授業の13-15回の最後の3回は学生による技術者倫理に関わる事件・事故のケーススタディのプレゼンテーションに当てている。学生はみずからケースを選んで、事件の経過、原因、倫理的問題、改善策、出典をパワーポイントにまとめて発表する。発表時間は一人、10分以内である。受講生全員に発

²⁸ 田尻(1972)pp.129-132, pp.161-175, 田尻(1980)pp.25-53.

表の機会を与えるために、「環境都市技術者倫理」は、環境都市分野の学生 42 名を学籍番号で 2 クラスに編成してクラス運営をしている。

学生がプレゼンテーションをするテーマを自分で選ぶようにしているのは、学生が技術者倫理を自分の問題として考えることを促すためである。学生が自分で関心を広げていくためには、学生の自主性を尊重することが大切である。ただし、テーマが重なることを避けるために、事前の希望調査を行って、テーマの調整をしている。教科書に記載されている事例（チャレンジャー号事件、六本木ヒルズ回転ドア事故など）は、選択できないこととし、希望する 3 つのテーマを 5 週目までに提出させ、テーマが重複しないように事前調整をする。以下は 2021 年度に本授業で学生が行ったプレゼンテーションのテーマである。

- | | |
|--------------------|----------------|
| ・羽田空港滑走路地盤改良の不正工事 | ・森永ヒ素ミルク事件 |
| ・フォルクスワーゲンの排ガス不正 | ・JR 福知山線脱線事故 |
| ・シンドラエレベータ事故 | ・KYB 免震ダンパー不正 |
| ・N 鉄工所ソフトウェア持ち出し事件 | ・インドネシア味の素事件 |
| ・東海道新幹線の鉄道重大インシデント | ・渋谷温泉施設爆発事故 |
| ・信濃川不正取水事件 | ・八丁味噌のブランド認定問題 |
| ・杭工事偽装問題 | ・もんじゅナトリウム事故 |
| ・フジテック製エレベーター偽装事件 | ・東海道線救急隊員死傷事故 |
| ・笹子トンネル天井板落下事故 | ・新名神高速道路橋桁落下事故 |
| ・カネミ油症事件 | ・スリーマイル島原発事故 |
| ・パロマの湯沸かし器事故 | ・三菱化学コンビナート火災 |
| ・アメリカの交通事故 | ・パイパー・アルファ爆発火災 |

ケーススタディをするに当たって学生に求めていることが 2 点ある。第一は、事故の全体像を把握し、直接的事故原因の背景にあるさまざまな要因のつながりと相互作用を理解するシステム思考をもつことである。たとえば JR 福知山線脱線事故であれば、列車の運転手が制限速度を超過したという事故の直接的原因だけではなく、なぜ、速度超過をしたのか、過密なダイヤ、懲罰的教育、自動列車停車装置の不設置、急なカーブに線路を付け替えたこと

など、さまざまな複合的な要因が事故に絡んでいるのを考える幅広い視野と論理的推論の力を養うようにする。第二は、被害者に寄り添う視点をもつことである。事故で失われた命は二度と戻らない。被害者の家族は一生、悲しみを引きずる。事故予防こそが大切であり、すべての事故を防ぐことはできないけれども、防げる事故も多いはずだ。以上のことへの気づきを促すためにも、技術者倫理の授業では、学生自身による事件・事故のケーススタディが重要になる。

さらに、学生のプレゼンテーションには、受講学生による相互評価を導入している。各々のプレゼンテーションを、内容、スライドのわかりやすさ、発表の仕方の観点から10点満点で評価させ、発表から学んだ点、良かった点、改善した方が良い点などのコメントを自由記述で書かせる。2021年度の学生による各プレゼンテーションのトータルの評価結果は、7.4点から9.4点までの分布となり、平均点は8.5点であった。ある学生プレゼンテーションに対する自由記述のコメントの一部を紹介する。

- ・スライドもわかりやすくまとめられており、内容もとても興味深いもので凄くよかったです。地盤改良工事において結果を捏造するのは絶対にダメだと感じました。
- ・技術の未熟とそれを認めることがこの問題を防ぐ方法だと感じた。自社のキャパを超える依頼を受けることの困難さを学んだ。
- ・施工に関する倫理問題であったので、身近に感じられました。今回は、会社の経営方針と技術力のなさのためにコンプライアンスが優先されなかったことがわかりました。将来、自分が同様な状況になった時にどのように振舞えば良いかを考えさせられました。
- ・スライドが、要点がまとめられていた上に文字数が少なく、文字の色を変えるなど多くの工夫がなされていた。今後スライドを作成するときの参考になった。
- ・重要なキーワードには色を付けたり、図を多く使って説明したりしていて、とても良かったが、若干聞き取りづらい箇所もあった。
- ・原因がわかりやすかった。事故について写真を入れたほうが良いと思う。

プレゼンテーションの良かった点と、改善点が記されているこれらの評価とコメントを集計して、無記名で発表者にフィードバックしている。そのことのメリットをいくつか挙げておこう。第一に、自分のプレゼンテーションに多数からの具体的な評価を受ける機会は学生にとって貴重な経験になることである。数が多いので、平均的な評価と、異なる視点からの批判や極端な評価も知ることができる。第二に、同じ専門分野の学生どうしの評価は、目線が近いので、受け入れやすく、参考にしやすい。第三に、他の学生のプレゼンテーションの構成や表現技術の長所と欠点から学ぶ点が多い。これはプレゼンテーションなどのコミュニケーション能力のブラッシュアップになる。そして、最後に、倫理的問題を互いに指摘し合うことで、技術者倫理の重要性の発見につながる。

本授業では、受講する学生全員に技術に関わる事件・事故のケーススタディのプレゼンテーションの機会を与えることで、①学生の自主性を尊重し、②自発的に倫理的問題を考える機会を提供し、③学生同士の「ピアレビュー」を通じた相互学習をめざしている。技術者倫理教育で重要なのは、本稿のテーマに掲げたように、学生が技術者倫理を自分の問題として考えるようになることであり、技術者倫理の主役は技術者になる学生自身であるという学生と教員の共通認識である。

今後の課題としては、授業改善のために、卒業後にも意味ある授業となっているかを検証すること、また大学院の授業で行っているように、卒業研究にも資するような研究倫理の要素を授業に入れる必要があるかを検討することである。

[文献]

- 齊藤了文・坂下浩司 (2014) : 『はじめての工学倫理』 (第3版), 昭和堂
 瀬口昌久 (2007a) : 「名古屋工業大学における技術者倫理教育」『日本機械学会誌』 110 (1065) 649-652
 瀬口昌久 (2007b) : 「ユニバーサルデザインをめぐる法と倫理」『技術倫理研究』 4, 1-28
 田尻宗昭 (1972) : 『四日市・死の海と闘う』, 岩波書店
 田尻宗昭 (1980) : 『公害摘発最前線』, 岩波書店

田尻宗昭(1983):『海と乱開発』, 岩波書店

鳥羽至英(2008):「石原産業フェロシルト不正処理事件」『内部統制の理論と制度—執行・監督・監査の視点から』(2007) 国元書房, 内部統制事例 2005-5, (2008.9.25 付けで, 国元書房のホームページ上に追加された内部統制事例)

(<http://www.kunimoto.co.jp/contents/businessadminist/download2-2/ishihara.pdf>)

土木学会技術推進機構継続教育実施委員会 (2005):『土木技術者倫理問題—考え方と事例解説』, 土木学会

* 参照した URL の最終確認は, 2022 年 9 月 28 日.