

[総説]

# 「科学と倫理」・技術者倫理教育の実践と成果について

康井 義明\*

## A Practical Strategy on the Subject of “Science and Ethics” for Overcoming Engineering Ethics Education and JABEE

by

Yoshiaki YASUI

(Received on Sep. 28, 2007 and accepted on Dec. 25, 2007)

### Abstract

The issue of economic globalization and JABEE (Japan Accreditation Board for Engineering Education) mean that education on engineering ethics has now become increasingly important for science-engineering students who will become the next generation of engineers. This is clearly indicated when engineers are made professionally responsible for various unfortunate accidents that happen during daily life in society. Learning engineering ethics is an essential part of the education of the humanities and sciences. This paper treats the contents for the subject of “Science and Ethics” drawing on several years of practice and the fruits of studying science and engineering ethics at the faculty of science-engineering in university. This paper can be considered to be a practical strategy to the formation of morality.

**Keywords:** Science and Ethics, Engineering Ethics, Education of Humanities and Sciences, JABEE

### 1. はじめに

科学技術立国日本の大学等、高等専門教育機関が有能な人材輩出に果たした役割成果は十分に世界から認められている。大学理工系の学生たちは学生教育として専門知識や教養リテラシーを修得し、社会人として臨んできた。20世紀後半から現在に至る科学技術の目覚ましい進歩 (Fig.1 参照) によって多種多様の製品、構造物、輸送車両、IT、システム開発などによって生活の豊かさや利便性を享受し、多くの恩恵に浴している。

一方で、我々はこれまでに対応・経験したことのない社会生活環境下にある。現実には抱える困難な諸問題も多い。資源・エネルギーの大量消費をもたらす、産業廃棄物問題、地球環境問題、原子力・放射性廃棄物の問題、生命科学倫理問題、耐震構造指針問題、食料品問題、知的財産権侵害問題などに加えて、企業組織等の制度疲労、産業空洞化といった問題等憂慮される。

社会の安全と繁栄、便利さを求めた「科学技術立国・日本のモノづくり」においても、昨今の産業界・企業等での種々な不作為な人的及び物的の事件・事故があつとを絶たない。なかには不可抗力とされる場合もある

が、総じて倫理欠如に起因する。これらを軽減・解決するにはその根底にある人間ひとりひとりの倫理的思考の研鑽学習を必要とする<sup>1)</sup>。

日本での企業等責任者 (トップである取締役社長・CEO や役付き管理職・現場当事者) は大学理工系学部出身者がますます多くなってきている。彼らの社会的倫理観と事態責任への対処はわが国の未来を左右するといっても良い。また世代を超えて倫理的起因事故の発生原因や安全テクノロジーへの教育が望まれる。



Fig.1 20世紀後半の科学技術の進歩例(文献9等)

\*工学部動力機械工学科教授

このような観点から、大学での理工学・技術者教育は基盤の専門分野の修得と同時に社会的倫理観や歴史観、世界観、地球観を併せもつ総合的な人間力を磨くことがより必須である。

将来のエンジニアをめざす理工系学生にとって、工学・技術倫理を学ぶ利点は何かを考える。学部現場での人間教育と位置づけた科目として、「科学と倫理」の取り組み内容を述べ、その実践と成果を論述考察する。

## 2. 技術者教育と「科学と倫理」の実践

理工系の技術者教育では各専門領域の修得は当然であるが、将来学生が社会で通用する素養と幅広い視野を持たせたい。著者が在籍勤務している東海大学は数多くの学部学科を有する総合大学で、創設以来現在にいたるまで、大学創立者・松前重義博士の提唱した全学部学生必須科目としての「現代文明論」が開講されてきている。文系専攻、理工学系専攻の学生が文理融合の科学技術・文明教育として受講している。著者自身も湘南校舎が開設された1963年（昭和38年）に聴受講し、理工系教育の真髄・原点と技術思想の内容に感銘した。非常に特徴ある教育で、その内容は内外から称賛されている。思想と科学と歴史を学びつつ時代に左右されない愛と正義の啓蒙的技術者教育哲学といえる。

工学部では技術者教育プログラムとしてJABEE（日本技術者教育認定機構：1999年11月発足）の受審査・認定を受けている。高等教育機関で実施されている技術者教育プログラムが社会の要求基準を満たしているかを公平に評価し、認定するProfessional Accreditation機関である。そのなかでプログラム認定内容として技術倫理教育の修得を課している。

然し学部での倫理教育はJABEE対応のためだけではない。全ての理工学系学生の将来のために提供されうものとする<sup>2)~10)</sup>。工学部（湘南校舎）および情報デザイン工学部・旧第二工学部（代々木校舎）では、技術・工学倫理に関する学科単位での教育とともに、学部生全員に向けての「科学と倫理」を2001年度より開講した。開講の検討にあたっては工学部として十分その意義と目標を論議して定めた。総合的な技術者倫理教育を行う。学部共通科目として全ての学生に在学中の履修を推奨する。工学部では当科目に対する学生からの反応・意識は大変高く画期的な授業として、毎学期330人を超える学生が選択履修し受講している。

総合的な授業シラバス<sup>2)</sup>は概ね以下の構成である。

第01回：担当テーマ；「ガイダンス・授業の進め方

技術者倫理とは・技術士とJABEE」

第02回：担当テーマ；「廃棄物問題と環境倫理」〔授業

キーワード；ダイオキシン類・環境基準・環境改善〕

第03回：担当テーマ；「近代倫理思想とは何か？」

〔授業キーワード；道徳的善悪の概念・

行為の道徳的判定の一般的基本準・実践哲学〕

第04回：担当テーマ；「科学と技術の神話崩壊」

〔授業キーワード；科学的真理・技術貢献論の疑問〕

第05回：担当テーマ；「武道の倫理に学ぶ」

〔授業キーワード；戦いと技術・兵法者の心・術から道へ〕

第06回：担当テーマ；「モノヅクリに関わる工学技術者の倫理」

〔授業キーワード；市場製品・社会的影響・アフターケア〕

第07回：中間試験・レポートテスト

（課題テーマの完成）

第08回：担当テーマ；「電子工学研究者・技術者倫理」

〔授業キーワード；電子材料製造の倫理(人体被害、社会的被害)〕

第09回：担当テーマ；「電子装置作成上の倫理」

〔授業キーワード；盗聴、雑音発生、ハッキング、ウイルス散乱〕

第10回：担当テーマ；「原子力発電における諸問題と技術者倫理」

〔授業キーワード；もんじゅ・核燃料施設火災爆発・JCO臨界事故〕

第11回：担当テーマ；「エネルギー・資源と科学倫理」

〔授業キーワード；エネルギーの利用と文明・人類の幸福とトリレンマ構造・省エネルギーと資源リサイクル〕

第12回：担当テーマ；「スポーツ競技における安全と倫理」

〔授業キーワード；柔道の安全性・欲との戦い・科学が支える競技〕

第13回：担当テーマ；「安全性と欠陥のテクノロジー」

〔授業キーワード；クレーム隠し・リコール、事例の学修とマシナサピエンス(機械と人間と自然との調和)〕

科学と倫理のまとめ・総合学習等

第14回：講義のまとめと補完

期末テスト総合レポート提出

技術者教育として展開されている「科学と倫理」はオムニバス方式のプログラム編成をとっている。このように基本的な授業内容を要点化すると、①近代科学と思想倫理観、②文化と武道・スポーツの倫理、③環境とエネルギー倫理・生命倫理の基本原則、④倫理綱領、⑤技術者倫理問題の工学事例研究、⑥JABEEについて、⑦安全管理と危機管理、⑧社会的責任と倫理性、⑨安全と欠陥のテクノロジー、⑩クレーム・リ

コール・安全対策，⑪事事故事例研究，⑫問題解決能力の開発と対処法等である。各専門分野の立場・観点から実践されている。

### 3. 「科学と倫理」の教育理念

毎期開講時に教育理念を周知し，その意義と内容についてガイダンスを行う。学生に重要性を理解してもらい，自分の力で答えを見出す。そして授業の位置づけ・必要性和工学技術倫理を学ぶことの利点を示した。

1. 現代社会と人間関係を理解する
2. 技術者の社会におけるあり方
3. 問題解決と判断能力
4. 公衆の安全と責任とは
5. 技術者の機能・役割と使命の認識

国際社会・学会協会・技術士・企業の倫理  
国内法（PL法，不正競争防止法，特許法）

また履修学生には，技術倫理の講義履修に際して以下に示す事項を極力理解学習する必要ありと強調した。

1. 製造物責任について  
1995年7月 Product Liability 法  
製品欠陥の損害賠償，リコール，事故事件
2. 知的財産権（Intellectual Properties）  
特許[7行7]・産業の発達・著作権[表現]・・・  
文化の表現
3. リスクについての概念  
 $\text{リスク} = [\text{危害の大きさ}] \times [\text{危害の発生率}]$
4. ビジネス倫理について  
企業内の内部告発，倫理委員会，オンブズマン，ホットライン
5. 倫理綱領について  
科学技術の大きな事故：JCO，公害，薬害  
社会的責任・専門職責任・雇用者責任
6. 応用倫理について  
生命（クローン，遺伝子操作），環境，情報
7. 工学の倫理概念について
8. 日本技術者教育認定機構と技術士・P E

授業のストーリー展開は，それぞれの専門で指導経験豊富な6名の教授陣で担当している。内訳は生命化学系、電気電子工学系、通信情報工学系、機械工学系、文明科学系、社会体育学系の分野教員で、分担内容密な打合わせで臨んでいる。著者は科目担当責任者として授業計画の実施，講師間の有機的連携を図る。各講師は持ち味を活かした授業を行っている。

### 4. 学生の反応：「科学と倫理」の教育効果

授業開始当初から，受講参加者も多く，この科目に対する関心と興味の高さと学習意欲を感じた。パワーポイント等による講義とともに教科書や参考書も役立つ

が，担当教員がそれぞれ工夫し，作成した配布資料は学生の学習参加に大いに活用された。教員は自らの専門と人生経験をもとに教授しており，学生は教師とともに考え，倫理責任などについて今後技術者としての活動や対処を学んでいける。

授業後に毎回講義内容や問題提起の各課題やレポートの提出がある。当授業を履修する学年は2，3年生，高学年も多い。就職活動を控えた彼らの社会に対する関心のあらわれと考える。在籍学科の学生が他学科分野・異種分野を理解して聞くことは必ずしも簡単ではないが，学生は社会的視野が広がった。また異種分野専攻学生間のコミュニケーションツールが増大し促進した。企業から見た学生教育への要望にも応えられた。

### 5. 学生へのテーマ・演習課題

各分野での授業による課題例を以下に示す。

- 廃棄物・リサイクル対策の推進についての記述。
- 技術者・研究者としてのモラルと責務について。
- 原子力学会倫理規定に則った論述。
- 家電リサイクル法の趣旨，あるいは技術者倫理，企業倫理等の面からみた論述。
- モノづくりに関わる技術者の安全・責任に対する意識の記述。
- 社会的・個人的・組織的な立場での倫理観の必要性について。
- 事例をあげてあなたなら技術者として持つ倫理観は如何にあるべきかの論述。
- 過失・事故・リコールなどの専門職モラルの欠如で起こった最近の事例を考察せよ。
- 身の回りで起きた矛盾なこと・許しがたいことについて事例の検討，解決策を考えてみる。

この他にもいろいろな切り口からテーマ課題による双方向教育・ディスカッションがなされている。

### 6. 倫理的対象諸事例による検討学習

学生が関心を持って調査し，研究した事例は次のようなものが多かった。

- ・ 自動車の欠陥事故・リコール
- ・ バイト先での種々ハラスメント
- ・ チャレンジャー号，日航ジャンボ機事故の背景
- ・ 食品偽装添加物等問題
- ・ 内部告発の是非（現場の責任・トップの責任）
- ・ エネルギー・原子力発電
- ・ 建築構造に関わる偽装行為
- ・ ごみ不法投棄問題
- ・ 特許権，著作権

学生からのまとめ報告には総体的学習効果評として「科学と倫理を受講することにより，高度なものづく

り・科学技術に支えられた現代社会を生きるうえで、非常に意義深く大きな学びとなった。事例を基にした講義展開によって様々な問題解決への自己能力の向上として理解するに至りました。」という内容、また「現代は次から次へと自動化高度化している。ヒューマンファクターの重要性もふまえた上での安全の構築へ向けた取り組みのなかにおいて絶対的に正しい倫理観を持つことは重要であると考えます。」との評や、「経済的豊かさも大切だが、正々堂々と生きる豊かさはもっと大事です。」などの評があった。

上述のチャレンジャー号、日航ジャンボ機事故の背景は不作為な人的・物的の悲惨な事故事例である (Fig.2 文献 10 等)。犠牲者とその家族遺族の無念さが伺える。



(a)チャレンジャー号事故 (1986年1月28日) (b)日航ジャンボ機事故 (1985年8月12日)

Fig.2 不作為な人的・物的の不幸な事故事例(文献 10 等)

一般的に事例の検討手順、考察の仕方や解決法は以下のように進めるとまとめ易い。

- ① 問題を明確化・事実関係の把握と調査
- ② 問題の分類と関連事項を確定
- ③ 想像力の発揮と対処手段の創出
- ④ 対処手段の列举と手段の評価
- ⑤ 対策案の吟味とまとめ報告

## 7. 授業の評価と成果

授業に関する客観的評価を調べた。科目受講生から回答(重複回答項目含む)された、当授業を通じて達成できたことをまとめてみた。出席状況 85%以上の工学部学生からは次のような評価である (Fig.3 および Fig.4 参照)。社会的視野が広がったとの評価が最多で、工学部以外の他校舎他学部における授業評価も同じような結果でありほぼ満足し得る。ある履修学生は「自分はこの授業は大学のなかでももっとも良い授業だと本気で思いました・・・(原文)」との記述もあり、卒業生からは当科目の履修が役に立っていると評価を得た。

## 8. カリキュラムを通じて行う倫理教育の必要性 (Ethics across the Curriculum)

「科学と倫理」科目が先述した現代文明論とつながった教育がなされ、かつ学部・学科の他の教育科目との連携によって補完されていくことが望ましい。いわゆる Ethics across the curriculum によって一貫した工学・技術倫理教育を充実できる。倫理観の自覚という点では差異はあまり無いかも知れないが、低学年の学部生と高学年では受け止め方が違うし考えかたも変わってくる。

また低学年から高学年への知的教育習熟度も当然変化してくるので、教養的・概論的な基礎科目から高度応用専門教科までを履修していく段階で、各々必要に応じて工学的技術倫理内容を適宜配したカリキュラム構成で総合的に学習していくとよい。「科学と倫理」はどの学年セメスターでも履修できるので、良い意味で学生の年齢や個人の感性と各教育進度による段階での養生効果がでるのではと考える。「問題発見ゼミ」教科等の履修段階で少人数によるディスカッション・ディベートによって工学倫理等を学ぶことは有益である。

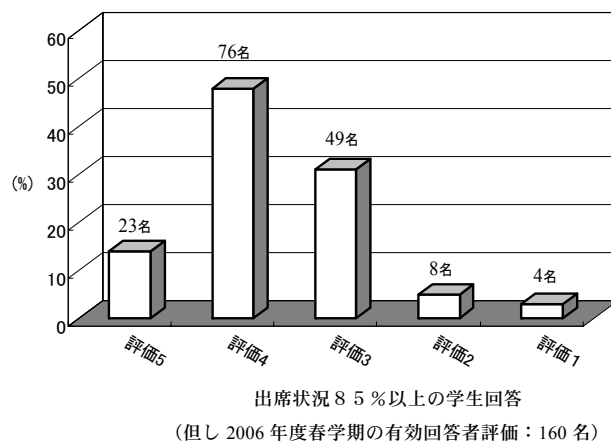


Fig.3 授業に対する総合的評価

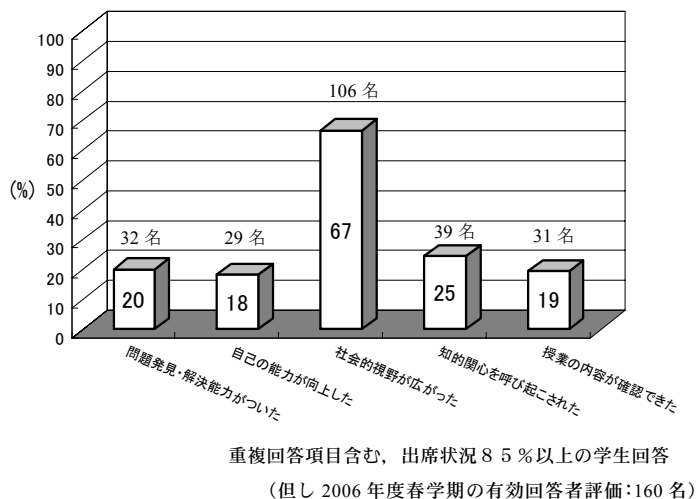


Fig.4 授業に関する客観的評価



理工系学部教育で必修の集大成科目である「卒業研究」履修中においても、倫理教育の取り込みは必要であり、たいへん効果的と考える。ただし卒研やゼミの担当指導教員の姿勢に負うところ大で、期待したい。

## 9. おわりに

私は理工学系の大学生・大学院生とともに学修・研究しているが、若者の前向きな正義感にたびたび接する。「複雑化する科学技術の社会でどう生きるか」を考え、将来技術者としての「技術に携わる専門職としてのモラルと責任」を本題テーマとして有為な人間教育を行っており、成果を収めていると考える。先述したように理工系の学生は「現代文明論」を履修し、「科学と倫理」を学習すること等によって総合的人間力が培われる。特に自分で考える力や表現する力をもてないと、人間としてのモラルや倫理は確かなものにはならない。

自ら考え行動し、科学的洞察力を養って、事に対処する技術者を育成したい。著者は当大学工学部 J A B E E 実施委員長の職分経験から、更に他の教科分野・科目と「科学と倫理」とのハイブリッドな教育を進めるべきと考える。「技術者である前に社会的理念を備えた人材教育」の一端を当科目は担っている。

学生・青少年はマシナサピエンス（機械と人間と自然との調和）の考えを大事に、将来を担う理工系技術者たらん誇りと謙虚さをもった生き方を身につけていくと期待したい。卒業後は、社会人として自己保身のために歪曲行動する人間や無責任で権謀術数の人間にはならないでほしい。また Globalization や世界標準といった言葉にのみ先行することなく、技術・技能の進化と同時に日本のもつ固有のすばらしい創造的文明・文化・生活規律・組織・伝統を視野に入れた、倫理的行動と生き方を大事に実践してほしい。今後は技術者倫理の対象となる領域は広がり形態の変化や進化をしていくことが考えられ、つねに継続的学習が望まれる。

## 参考文献

- 1) 走り始めた技術者倫理教育 特集号：工学教育，日本工学教育協会：Vol.54, No. 1 (2006)
- 2) 東海大学授業シラバス：「科学と倫理」2007年版（本間隆夫，難波克彰，橋本敏明，白石正，岡部昭三，康井義明によるオムニバス形式担当）
- 3) 康井義明：ターニングポイント・産官学連携と明日のエンジニア育成，日本機械学会誌・メカトップ 関東，Vol.104, No.986, (2001. 1)
- 4) 康井義明：J A B E E シンポジウム依頼講演/資料集，日本経営工学会（法政大学小金井），(2001.5)
- 5) 康井義明：大学における技術者教育と J A B E E について，日本機械学会神奈川ブロック，第 6 回神奈川フォーラム・基調講演/講演集（2001. 7）
- 6) 康井義明：J A B E E について（基調講演），日本技術者教育認定対策の研修会/資料集 2001 年，東海大学工学部・J A B E E 実施委員会主催，(2001.7)
- 7) 康井義明：J A B E E 施行の準備と審査について，宇都宮大学主催・工学部学術講演会「ものづくりと技術者教育」での依頼講演/資料集，(2001.8)
- 8) 康井義明：総説・工学技術者教育の実践と修習技術者資格の取得教育をめざして「J A B E E 認定試行審査の対応準備と実施」，東海大学紀要工学部，Vol.41, No.2, 2001(2002.3)
- 9) 康井義明：理工学系学生のための技術者倫理教育・「科学と倫理」の実践と成果，日本工業教育協会第 55 回年次大会（平成 19 年度）工学・工業教育研究講演会講演集，(2007.8)
- 10) 教科書・基本参考書例：斉藤了文，坂下浩司（編）：初めての工学倫理，昭和堂（2001）



工学部教授・工博 [技術者倫理教育ワークショップ修了証]  
yasui@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

## 著者活動歴・プロフィール

康井義明(昭 20.3 生) 工学博士・日本機械学会フェロー

専門分野：軽量(車両)構造力学・材料力学(座屈、応力、衝撃)・技術者倫理

昭和 61 年 東海大学工学部教授・大学院工学研究科教授

平成 1 年 工学部動力機械工学科主任教授（平成 7 年 3 月迄）

第二工学部機械工学科主任教授

平成 2 年 JICA・タイモンクット王工大拡充計画（教育研究）調査団委嘱

平成 4 年 工学部・副工学部長（平成 9 年 3 月迄）

平成 5 年 東海大学・大学評価委員会委員長

平成 5 年 町田 MG サッカークラブ会長

平成 6 年 (社)日本機械学会関東支部・商議員(以後通算 11 期委嘱)

平成 9 年 東京高等検察庁より鑑定(人) 委嘱

(強盗殺人事件の凶器の折損についての材料力学的解析・鑑定)

平成 12 年 日本機械学会関東支部役員・神奈川ブロック長(2 期委嘱)

商議員・ブロック運営委員長

平成 12 年 東海大学・大学院工学研究科評価委員会委員長

平成 15 年 (社)日本機械学会より日本機械学会フェロー認定

平成 17 年 (社)発明協会より委嘱

町田市少年少女発明クラブ(特許庁委託事業クラブ)会長

(NHK 教育 TV 「科学大好き土よう塾」のホバークラフト制作実践競技大会で優勝・平成 19 年 9 月)

その他学内活動：紀要委員長・常任就職副委員長・常任教務委員・各種委

一般社会活動：学術論文(国内外)・専門著書・委託研究・国際シンポ講演・学会委座長・学会功績功労表彰・報道記事・青少年科学技術育成ボランティア