

金沢工業大学の科学技術者倫理教育、開拓者としてのその11年間の取り組み

金沢工業大学 基礎教育部 修学基礎教育課程

西村 秀雄

1. はじめに

金沢工業大学（以下、「本学」と略称）は、平成16年（2004年）の教育改革において「全教育課程を通して行う科学技術者倫理教育」Ethics Across the Curriculum (EAC) を導入した。3年次必修科目「科学技術者倫理」（学年進行に伴い平成18年〔2006年〕開講）を中核として、初年次教育から研究倫理を取り扱う大学院工学研究科専攻共通科目（平成20年〔2008年〕開講）までの関連科目を繋ぎ、さらには本学教育の中核となるプロジェクトデザイン教育（当時の呼称は「工学設計教育」）や、可能ならば普通の専門科目までの連携を図るという、まさに全教育課程を通して行う科学技術者倫理教育はその内容と、1学年約1,600名以上の学生を対象とした必修科目実施という規模の両面において、現在でもなお世界に例を見ない画期的な教育システムである。

しかし「科学技術者倫理」開講から約11年が経過して科目の目的について再考する時期に来ていたことに加え、科目開発の中心人物が他大学へ転出したこと、本学の教材配付資料の著作権管理厳格化により従来の講義ノートを使用できなくなったことが重なり、平成28年度に約1年間をかけて科目担当者自らが科目のあり方を再考しつつ、一般にも市販する教科書を作成することになった。担当者はふだんから科目および講義内容について定期的な会合を持ち、講義内容のレベル保持と改善に努めてきたが、今回の教科書作成プロセスは、これまでの取り組みを総括し、本学における今後の科学技術者倫理教育のあり方を考える良い教育改善 Faculty Development (FD) 活動の機会となった。

科学技術者倫理には研究と教育の二つの側面があるが、紙幅が限られているため、ここでは本学の教育面に焦点を当て、これまでの取り組みの成果と教科書作成に至った事情のみを報告したい。

2. 科学技術者倫理教育導入の歴史的背景状

よく知られているように、我が国において engineering ethics（工学倫理／技術倫理／〔科学〕技術者倫理）教育の重要性が指摘されたのは、直接には平成11年（1999年）に設立された日本技術者教

育認定機構 Japan Accreditation Board for Engineering Education (JABEE) がそれを要請したことを契機としている。本学もその例に漏れるものではないが、本学の科学技術者倫理教育を JABEE への対応だけで理解することはできず、その歴史的背景や組織的な取り組みへ繋がる過程を考える必要がある¹⁾。

平成3年（1991年）に大学設置基準が大綱化され、平成4年（1992年）には大学受験者層、いわゆる「18歳人口」がピークを迎えた。受験生および入学者の減少は大学運営に資金面で関係するだけでなく、学生募集や入学試験のあり方、そして入学後の教育内容や教育方法など、大学に量的・質的転換を迫ることは明らかであった。そこで本学は1990年代前半、新しい工学教育の範を求めて教員の約半数と多くの職員を米国の各大学へ派遣した。米国の工学教育に存在して我が国のそれに欠落するものとして、まず注目が集まったのは engineering design 教育（工学設計教育・現在のプロジェクトデザイン教育）である。それを受けて本学は平成7年（1995年）の教育改革において工学設計教育を導入した。現在に至る本学工学教育の支柱、プロジェクトデザイン教育の始まりである。

通訳を兼ねて訪米団を引率したのは、オクラホマ大学で科学史の Ph.D. を取得して平成2年に本学へ着任し、平成4年に国際交流室長となった札幌野順（本学名誉教授・現東京工業大学教授）であった。札幌野は engineering design とともに、engineering ethics の重要性を認識し、平成8年（1996年）にローズハルマン工科大学 Rose-Hulman Institute of Technology (RHIT) のハインツ・C・ルーゲンビール教授を招聘し、大学院の講義で科学技術者倫理を講じた。また平成9年（1997年）に科学技術者倫理およびその教育を研究するための科学技術応用倫理研究所が副学長（当時）の堀幸夫を所長として設立された。

これら一連の動きはいずれも JABEE 設立に先立つものである。

1年次		2年次		3年次		4年次		大学院
前学期	後学期	前学期	後学期	前学期	後学期	前学期	後学期	
修学基礎A	修学基礎B	日本学(日本と日本人)	科学技術者倫理					
人間と自然セミナーI	指定放送大学科目	技術者と社会	技術マネジメント					
プロジェクトデザインI	プロジェクトデザインII	人間と自然セミナーII		人間と自然セミナーIII		専門ゼミ	プロジェクトデザインIII	
専門教育課程								

図1 科学技術者倫理教育に係る修学チャート(平成16年度～平成23年度)

横軸は学年。縦方向、中央グレー地部分の科目は基礎教育部(修学基礎教育課程および基礎実技教育課程)開講科目。下部黒地は各専門教育課程開講科目。なお平成20年度より2学期制へ移行したため、同年度から平成23年度までは科目配置が若干異なる。また各科目は学年進行に対応して開講された。

3. 「技術者入門」および「科学技術者倫理」の開講

平成7年(1995年)の本学教育改革以降、札野が進める科学技術者倫理教育の必要性は学内で徐々に認識されていったが、平成8年(1996年)に着任した飯野弘之が提唱する技術者導入教育との関係を整理できなかったため、具体的なカリキュラム構成や教育内容は未確定のままであった。結果的に、平成16年(2004年)の教育改革において技術者導入教育を1年次必修の「技術者入門I・II・III」として、科学技術者倫理教育を3年次必修科目「科学技術者倫理」として開講することとなり、科目設計、報告者を含めた担当教員採用などの準備を経て、カリキュラム全体を通して行う科学技術者倫理科目を導入した(図1)^{2) 3)}。「技術者入門」は飯野が執筆した『新技術者になるということ～これからの社会と技術者～⁴⁾』

(初版は1998年)を教科書として用い、企業から招いた人材を科目担当者として、主として企業から見た技術者のあり方を講じている。他方「科学技術者倫理」は哲学・倫理学、教育学、科学史(天文学史、科学思想史、地質学史)、科学技術史・科学技術社会論、経営学・経営倫理学、技術・工業教育等を学問的背景とする教員が担当している。engineering ethicsは当初「工学倫理」あるいは「技術倫理⁵⁾」と訳されていたが、現代では科学と技術が不可分なものになっていること、また研究倫理も取り扱うために「科学」を付加し、さらに受講生に自らが工学の当事者であることを意識してもらうために科目名を「科学技術者倫理」とした。

なお平成16年(2004年)の教育改革では必要性が認識されつつあった初年次教育科目「修学基礎I・II・III」が開設された。2年次必修科目の「日本学(日本と日本人)」は受講生自身と社会との関係の原点を考えてもらうための自校教育科目である。

1年次		2年次		3年次		4年次		大学院	
春学期	秋学期	冬学期	春学期	秋学期	冬学期	春学期	秋学期		冬学期
修学基礎I・II・III									プロダクションモデルとしての倫理と行動設計
技術者入門I・II・III			日本学(日本と日本人)	科学技術者倫理					
人間と自然I	工学設計I	指定放送大学科目	人間と自然II			人間と自然III	コアゼミ		
専門教育課程									
							工学設計III		

図2 科学技術者倫理教育に係る修学チャート(平成24年度以降)

4. 建学理念と科学技術者倫理教育

既に述べたように、我が国における engineering ethics 教育導入の動きは、JABEE 認証への対応を契機としており、大半の高等教育機関は倫理科目を選択科目として開講している。必修科目とするには負担があまりに大き過ぎるためであるが、同時に、その対応の背後には残念ながら、技術者倫理教育は工学教育の周辺に新たに発生した負荷であるという考え方が垣間見える。しかし本学は、これと全く異なる考え方を採用した。直接の理由は「科学技術者倫理」とともに技術者導入教育「技術者入門」および「日本学」を開講し、それらとの連携を図る必要に迫られたからであるが、本質的には大学建学理念との関係であった。

本学は建学理念(「建学綱領」として高邁な人間形成、深遠な技術革新、雄大な産学協同の三つを挙げている⁶⁾)。人間形成が他より先に挙げられているのは偶然ではない。工学、つまり最先端の科学技術を活用した有形無形の生産物は社会に正負の両面で影響を与える。初代理事長嵯峨保二は「技術を持った悪魔となるなかれ」という標語を残した⁷⁾が、現代社会において科学技術に従事する者は学生を含め、改めてこのことを再認識しなければならない。本学は現代社会における人間形成のあるべき姿を求めて科学技術者倫理教育を工学教育の中核に置き、さらに全教育課程を通して行う科学技術者倫理教育の実現を目指したのである。

その後本学は、平成24年(2012年)の教育改革において新たに必修科目「技術マネジメント」を3年次に導入し、「技術者入門」を「技術者と社会」に変更した上で2年次に配置するなどの変更を行った(図2)。なお本学の学部生は卒業後その大半が就職するため、関係科目群はそれを念頭に置いて内容を構成している。科学技術者倫理についても同様であり、研究倫理については初年次教育科目「修学基礎」から「科学技術者倫理」の中で取り上げているものの、取り扱いが相対的に弱かった。そこで平成20年(2008年)に大学院工学研究科専攻共通科目として

「プロフェッショナルとしての倫理と行動設計」(必修2単位)を開講し、単位数の変更等を経ながら、現在に至っている。

5. 「科学技術者倫理」の特徴と他科目との連携

5.1 「科学技術者倫理」の特徴

金沢工業大学における科学技術者倫理教育の中心は3年次に開講される同名の科目である。ここではその特徴と他科目の連携に注目して「全教育課程を通して行う科学技術者倫理」を簡単に紹介したい。なお講義内容と方法は時代によって変化した部分もあるがここでは、科目担当者5名が年29クラス実施している現在の内容を取り扱う。

講義内容はオーソドックスなものとなっている。まず実際に発生した倫理的問題を取り上げ(ケース・スタディ)、問題発生時の直接原因と背景、影響などの考察を通して、将来の科学技術者である自分自身の問題として安全や倫理について考え、適切に判断、行動しなければならないことを認識する。次に、考察を進めるために必要なステーク・ホルダーや価値といった概念や、ジレンマ問題/線引き問題、さらには功利主義/義務倫理学/徳倫理学といった倫理理論を学ぶ。その上で目先の印象のみにとらわれずに倫理的問題を正確に認識した上で事実関係他を整理し、適切な行動案を複数考案した上で倫理テスト(エシックス・テスト)で評価し、行動を決定する。さらに問題の再発を防止するために構造的な原因を究明しその対策を練るという「セブン・ステップ・ガイド⁸⁾」を学び、仮想事例を用いたグループ討議(ケース・メソッド)でそれを数回実践する。また学協会の倫理綱領や、技術者に関係する法令、リスク・マネジメント、公益通報(内部告発)、研究倫理などを学ぶ。前述したように学部学生は大半が卒業後は進学せずに就職する。現実の社会で学んだことを活かすために講義の中だけでなく、企業のCSR担当者などを招いた特別講義で企業倫理を考える。最後に現代社会を根底で規定しつつあるグローバル化について考える。

講義方法としては座学が主であるが、本学が制作した仮想事例「ソーラー・ブラインド」や米国プロフェッショナル・エンジニア協会(National Society of Professional Engineers (NSPE))が制作した仮想事例「ギルベイン・ゴールド」他のビデオプログラムを視聴し、前述のセブン・ステップ・ガイドを用いながらグループ討議を実施するなど、受講生の活動を重視した内容となっている。さらにオランダの工科系3大学⁹⁾が共同で開発したe-ラーニングシステム

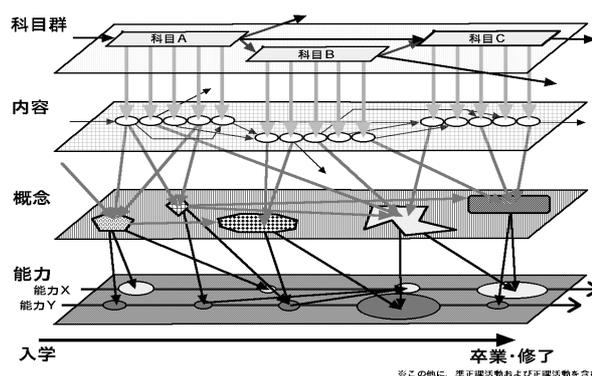


図3 カリキュラム(科目群)、内容、コンセプト(概念)および能力の層から構成される、拡張されたカリキュラムマップ(概念図)

Agoraを導入して、セブン・ステップ・ガイドとほぼ同内容の構造化された事例分析の自習を実現している¹⁰⁾。

このように「科学技術者倫理」はまず、構造化された科目内容と学習方法がその特徴である。

5.2 科学技術者倫理関係科目間の連携

物理や数学科目内容の大半は、それを取り扱う講義や演習を配置し、学生がそれを履修し理解することで求められる能力を獲得できるものと考えられる。しかし例えばクリティカル・シンキングやライティングなどの能力は、一つの科目を配置するだけで能力を獲得できるわけではない。実験や実習なども似た事情であろう。科学技術者倫理は、単なる知識の獲得や理解だけでは意味はなく、新しい問題に直面した際に、これまで獲得した内容をどのように発揮できるかが問われる。つまり態度や志向性などを含めた多面的な能力が問題になる。そのような能力を育成させるためには、中心となる科目を配置するだけでなく他科目等と連携し、まさに全教育課程を通して能力を育成する教育を展開しなければならない。

図3は科目間連携と、学生の能力育成を説明した概念図である¹¹⁾。最上層部(第1層)は教員の側から見た科目群の連携、つまりカリキュラム・マップである。科目担当者は科目が取り扱う内容(第2層)を理解しているが、コンセプト(概念)を介としてこの流れを敷衍させた最下層(第4層)には、伸ばさせるべき学生の能力がある。このような考え方にに基づき、本学はまず、各プロジェクトデザイン科目の中で必ず安全と倫理を取り扱うことにしている。また、たとえば技術者と法律の問題に関して既習科目内でのスライドを意図的に再度提示するなどして、教育効果の向上を図った。さらに教務部長を委員長とし、各学部学科から選出された委員からなる組織横断型の

クラス別平均点の推移 (標本数各10)

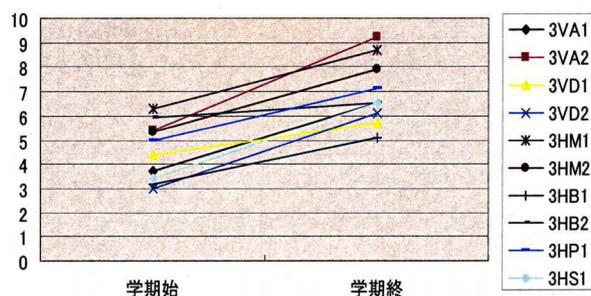


図4 エシックス・ルブリック
講義開始時および終了時のルブリック評価
(クラス別平均点)

「科学技術者倫理タスクフォース委員会」を組織し、情報を交換するとともに、一部の専門科目においては通常の講義に倫理的要素を挿入するという「マイクロ・インサージョン」という教育手法を導入した¹²⁾。EACとマイクロ・インサージョンを考案したのはイリノイ工科大学 Illinois Institute of Technology (IIT) のM・デイビス教授である¹³⁾が、平成14年(2002年)に筆者が同大学で直接指導を受けただけでなく、平成17年(2005年)にはデイビス教授を招聘して学内で公開セミナーを開催し、それらの普及に努めた。

また本邦において先駆となるエシックス・ルブリックを用いて科目内の教育効果を測定、評価する(図4)¹⁴⁾など画期的な成果を上げることができた。さらにポートフォリオシステムを用いた、科目の垣根を越えた教育効果測定を目指したが、残念ながらこの研究は種々の事情により中断されることになった。

本学の科学技術者倫理教育のもう一つの特徴は、このように構造化された科目間連携である。

6. 残された課題と新教科書の作成へ

このように本学における科学技術者倫理教育はその内容、体制の両面において比類なきものとなった。しかし科目開設から期間が経過し、科目を開発した札野が転出したことなどから、特に科目の目的について担当者が集中的に協議し、今後10年を見据えた全く新しい教科書を作成することになった。その意義と内容については後日改めて報告したい。

註

- 1) この間の事情については夏目賢一、「1990年代の金沢工業大学における倫理教育展開の歴史的経緯」、『工学教育』, 64, pp.39-44 (2016) が詳しい。
- 2) 西村秀雄, 「金沢工業大学の技術者倫理教育への全学的な取り組み」, 『大学教育学会誌』, 26-2,

pp.82-88 (2004)

- 3) 西村秀雄, 「金沢工業大学の技術者倫理教育への全学的な取り組み」, 『工学教育』, 54, pp.44-47 (2006)
- 4) 飯野弘之, 『新 技術者になるということ ～これからの社会と技術者～ Ver.8』, 雄松堂書店 (2012) (初版は1998年)
- 5) C・ウィットベック, 札野順・飯野弘之訳, 『技術倫理1』, みすず書房 (2000)
- 6) http://www.kanazawa-it.ac.jp/about_kit/kengaku_koryo.html
- 7) 笠覚暁, 『工学の曙 — 科学と工学を築いた書物一』, 金沢工業大学出版局, pp.xviii-xx (1983)
- 8) セブン・ステップ・ガイド(金沢工業大学版)とは,
Step1: 当事者の立場から, 直面している問題を表現してみよ / Step2: 事実関係を整理せよ / Step3: ステーク・ホルダーと価値を整理せよ / Step4: 複数の行動案を具体的に考えてみよ / Step5: 倫理的観点から行動案を評価せよ(普遍化可能テスト, 可逆性テスト, 徳テスト, 危害テスト, 世間体テスト, 専門家テスト) / Step6: 自分の行動方針を決定せよ / Step7: 再発防止に向けた対策を検討せよという7つのステップである。原典は Michael Davis, "Case method", *Ethics and the University* (New York: Routledge, 1999), pp.166-167. 金沢工業大学版は, 2008年のDavis自身による改訂版に基づき, さらに, 文言を改めている。
- 9) Delft University of Technology, Eindhoven University of Technology, University of Twente.
- 10) 柄内文彦, 「e-ラーニング手法を科学技術倫理教育に用いる意義」, 『工学教育』, 54, pp.154-158 (2006)
- 11) 西村秀雄, 「カリキュラムマップを活用した技術者倫理教育の実質化を目指して」, 『教育フロンティア研究会資料』, 電気学会, FIE-12-40, pp.35-40 (2012)
- 12) 科学技術者倫理タスクフォース委員会編, 『自ら考え行動する技術者育成をめざした全学的倫理教育 — マイクロインサージョンとケース —』, 平成19年度特色ある大学教育プログラム「価値の共有による技術者倫理教育 — 行動を設計する新教養教育 —」, 金沢工業大学 (2008)
- 13) M. Davis, "Ethics across the curriculum", *Op.cit*, pp.111-142
- 14) 科学技術者倫理タスクフォース委員会編, 『前掲書』, p.108 (2008)