



Title	第6回大学教育セミナー「技術者倫理教育の測定・評価」
Author(s)	札野, 順
Citation	大阪大学大学教育実践センター紀要. 2010, 6, p. 87-96
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/12477">https://hdl.handle.net/11094/12477</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 第6回大学教育セミナー 「技術者倫理教育の測定・評価」

札野 順

Proceedings of the 6th Seminar on Higher Education  
Assessment and Evaluation of the Engineering Ethics Education

Jun FUDANO

### 解説

2009年7月17日(金)、13時より、金沢工業大学科学技術応用倫理研究所の札野順所長を講師に迎え、第6回大学教育セミナー「技術者倫理教育の測定・評価」を、センター6階大会議室で開催した。

近年、大学教育では、知識習得にとどまらず、コミュニケーションスキルや問題解決力、倫理観など、「21世紀型市民」に必要な総合的能力を育成することが重視されるようになってきた。そのなかで、学生の学習成果(ラーニング・アウトカム)をいかに評価するのが重要な課題となっている。また、大学教育の質を保証するため、教育プログラムの効果を測定・評価することの重要性も注目されている。本セミナーは、学生の学習成果を評価し、教育プログラムの効果を測定する方法をめぐって、金沢工業大学が技術者倫理教育科目において開発・実施してきた成績評価の取り組みから学ぶべく、企画したものである。

札野氏は、わが国の技術者倫理教育の第一人者として知られており、UNESCOの「科学的知識と技術の倫理に関する世界委員会(COMEST)」委員や、文部科学省中央教育審議会大学分科会質保証システムワーキンググループ委員なども務めるなど、国内外で活躍されている。最近では、技術者倫理教育の実践にとどまらず、金沢工業大学で技術者倫理教育を進めていく上で、その教育成果あるいは教育プログラムの在り方をどのように測定・評価していくかについても、すでにシステム構築に取り組んでいる。本セミナーは、技術者倫理教育での測定・評価の事例を題材としながらも、技術者倫理に限らないさまざまな教育科目での測定・評価の問題への取り組みにあたって多くの示唆を与えるものであった。当日は、センター関係者のみならず、他部局・組織からの参加者を含め、25名の参加があり、札野氏の講演のあとには活発な質疑応答が繰り広げられた。ここでは紙幅の関係から、セミナーの記録のうち講演部分について掲載するものである。(中村征樹)

金沢工業大学の札野です。今日はできるだけ教育の測定評価に焦点を当てたいと思います。ただ、先生方も日々感じていらっしゃるように、知識あるいは単純なスキルといったところではなく、例えば倫理的な判断能力や倫理的な態度等、より高次の能力をどのように測定・評価するかについては、少なくとも私が知る限り世界中どこにも明確な解はないと言えます。結論を最初に言ってしまうといけないうちかもしれませんが、特に高等教育において学生諸君に身につけてもらいたい高次の知的な能力に関しては、永久にWork-in-progressであると思っております。ただ、努力をすること、あるいは努力をする過程において教員間で共通理解が進んでいく点は

大変重要なので、今日はそういった点を中心に、私ども金沢工業大学における血と汗と涙の結果をご紹介します。先生方と意見交換させていただければと思います。

さて、先生方の中で技術者倫理教育についてよくご存知の方はどれくらいいらっしゃいますか?(数名のみ挙手)多分そうだろうと思いましたが、ですので、まず技術者倫理教育とはいったい何か、また、その動向に関して簡単に説明します。続いて、本学におけるEthics Across the Curriculumの試みについてご紹介します。これは現在、金沢工業大学が、技術者倫理教育に関するサポート、特色GP(特色ある大学教育支援プログラム)をいただいているプログラムです。その上で、私たちの血と汗と涙

の過程をお話したいと思います。



## 1. 技術者倫理教育の動向

### 日本における技術者倫理教育

技術者倫理教育は、実は工学系の高等教育機関においては、ほとんど必修的に行われています。技術倫理協議会という組織があり、これは機械学会、電気学会あるいは技術士会といった日本の中心的な工学系の学協会12団体が集まっている組織です。つい最近、この技術倫理協議会が実施したアンケートでは、約180の教育機関からの回答が得られ、約8割以上の教育プログラムにおいて技術者倫理教育がなんらかの形で行われているという結果が出ました。しかし残念ながら、8割以上という水準まで来たのはごく最近のことです。私は1995年が日本における技術者倫理教育のひとつのランドマークであると思っていますが、それはEngineering Ethicsという名前が付いた科目が、私が知る限りでは、はじめて日本で正式に開講された年だからです。本学の大学院で、この科目を開講致しました。それ以前も色々な形で、今で言う技術者倫理に関しての試みはありました。例えば、日立の技術研修所などでは「技道」という言葉を使っており、色々な工学部では「工学概論」といったものがあり、また「科学技術史」といった科目の中で科学者・技術者の倫理的な判断能力の重要性を強調する等が行われてきましたが、1995年以降正式に技術者倫理の教育というものが始まりました。

技術者倫理を教える中では、倫理綱領というもの非常に重要な役割を果たします。それを1932年に土木学会がつくってはいますが、技術系学協会の中で初の今日的な形の倫理綱領は1996年に情報処理学会によってつくられました。この後、日本の主要な学協会が軒並み倫理綱領をつくっていくこととなります。1997年には日本学術会議の報告書で、日本の工学部の学部教育の中に技術者

倫理教育を取り入れるべきだという報告書が出されません。同年、APEC Engineerという制度が成立し、さらには日本技術士会の方々によってアメリカで最も使われている教科書のひとつが翻訳され、1999年にはJABEE（日本技術者教育認定機構）という組織が発足します。これは日本の工学系なアクレディテーション（accreditation：適格認定）を行う組織で、2001年から認定作業を始めております。JABEEは、認定基準および学習教育目標の中に技術者倫理というものを明確に定めているわけです。1990年代後半からアメリカの技術者倫理、工学倫理の教科書が相当数翻訳され、その後、日本人によって教科書が執筆されるようになります。こういう動きが21世紀に入ってからずっと起こってくる中で、8割の工学系の教育プログラムで技術者倫理が教えられていくわけですが、残念ながら技術者倫理とは、あるいは技術者倫理教育とはいったい何なのかということに関する共通理解は、まだまだできていない状況だと思っています。

### 技術者倫理教育の目的とは何か？

ABET（Accreditation Board for Engineering and Technology）は、アメリカで1930年代から工学系の教育の質保証、つまり認定作業を行っている組織で、この組織が21世紀に入ってからアメリカの工学系のプログラムが全て満たすべき基準、EC（Engineering Criteria）2000をつくりました。そこでは、従来の、教育のインプット（input）によって学生たちがいったい何ができるようになったのかを見る方向性から、アウトカムズ（outcomes）を見ることにより教育プログラムの質を保証しようという変換、パラダイムシフトを行ったのです。そのEC2000のcriteria 3の中に、次のようにあります。「適格認定を受けようとする全ての工学系の教育プログラムは、卒業生が次のようなことができることをdemonstrate（実証）しなければいけない」。その中にはコミュニケーションスキルや、数学や工学の知識を応用できること、実験できること等が書かれており、また、プロフェSSIONALとしての責任・倫理的責任を理解していること、技術的解決が社会や環境に与える影響を理解できる幅広い教育（broad education）を受けていること、これらをdemonstrate（実証）しなければいけない、と書いています。ここが、ABETが求めている技術者倫理教育の目的です。

では、JABEEの目的は何でしょうか。ワシントン・アコード（The Washington Accord）という国際的な教育の質の同等性を相互承認するための国際協定があります

が、この組織に加盟するためには国内にそういうシステムを持っている必要があります。そのため日本はJABEEをつくりました。ところが残念ながらJABEEは、先ほどのinput（インプット）からoutcomes（アウトカムズ）という哲学的とも言えるパラダイムシフトを理解していません。「最低レベルの保証をしよう」等、今はまだ迷走しているように私には見えます。少なくともJABEEも、その学習・教育目標については、「専門にかかわらず、AからHまでの学習・教育目標を明確に定め、それをステークホルダーに開示し理解してもらう必要がある、その成果を何らかの形で測定・評価しなければいけない」と言っており、それは多面的思考能力、素養から始まり経営者倫理、最後はマネジメント能力というところまでいきます。電気工学であろうが機械工学であろうが原子力であろうが「専門に関わらず」こうした能力を持たなければいけないと言っていますが、ただ、JABEEは「技術が社会および自然に及ぼす影響・効果、および技術者の社会に対して負っている責任の理解」で終わっていません。後で私が申し上げるような態度や倫理的判断能力といったところまでは行っていません。

### JABEE（2008年度版解説）

- a. 多面的思考能力・素養
- b. 技術者倫理
- c. 数学・自然科学・情報技術の知識と応用能力
- d. 専門知識とその問題解決への応用
- e. 問題解決能力(デザイン能力)
- f. コミュニケーション能力
- g. 生涯学習の態度
- h. プロジェクト・マネジメント能力

11

### JABEEの2008年度版解説

JABEEは「解説」をつくっていますが、その中の技術者倫理のところで、「技術史についての理解を含めてもよい」あるいは、「技術と自然・社会とのかかわりを特定分野について理解することでもよい」と述べ、完全に知識・理解の領域で終わってしまっています。「自立した技術者」として必要な責任ある判断と行動の準備をすることが重要である」というあたりでやっと技能と態度が出てきて、「自ら考える機会を持つことにより実践的な倫理について理解する」というところで技能・態度に加えて体験・経験が出てきます。それにしても、知識・理解というところでも“でもよい”という表現が若干問題だと思えます。

### JABEEの2008年度版解説

- 技術史についての理解を含めるのもよい（知識・理解）
- 技術と自然・社会との係わりを特定分野について理解することでもよい（知識・理解）
- 「自立した技術者」として必要な責任ある判断と行動の準備をすることが重要である（技能・態度）
- 自ら考える機会を持つことにより実践的な倫理について理解する（技能・態度・経験）

### 「技術者倫理」の多様性とその融合

技術者倫理を考えると、色々な領域がありますが、特にアメリカ的な技術者倫理においては科学者個人、技術者個人が色々な倫理的な問題に直面した際どのように意思決定や判断を下すかにかかわる能力の向上について言われることが多く、私たちはこれをマイクロ・エシックスと呼びます。それに対して、ヨーロッパ的教育においては、科学技術と社会との関係の中で自分たちの役割を考えていくこと、つまりSTS（Science, Technology and Society：科学技術社会論）的思考を前面に出した教育を行っています。その中間に科学技術、特に技術に関わる制度あるいは企業の在り方、組織と個人の関係といったMeso level（メゾ・レベル）のものもあると思います。今、技術者倫理を色々な人たちが色々な形で教えていますが、アメリカ的な原理・原則主義と自律を強調するMicro ethics（マイクロ・エシックス）と、STS的なMacro ethics（マクロ・エシックス）、それに日本で技術者倫理を議論する上で不可欠な、組織の倫理と個人の倫理との関係を考えていくMeso ethics（メゾ・エシックス）とを融合していく必要があると私は思っています。

### 技術者倫理の4レベル

レベル	対象
Meta	科学/技術そのものの本質
Macro	科学/技術と社会の関係
Meso	科学/技術に関連する制度・組織及びそれらと個人との関係
Micro	科学/技術者個人とその行動

それでは、何のための技術者倫理教育なのかということですが、技術者倫理の教育と言っても、金沢工業大学

もあくまでも学士を出す高等教育機関ですので、学士教育の一環と考えていくべきであろうと思います。当大学は実はAHELOフィージビリティ・スタディ<sup>1)</sup>の参加に手を挙げていますが、AHELO的な言い方をすれば、技術者倫理で求める能力は、一般技能と分野別技能、つまり工学、そして付加価値として入学から卒業までに身に付けるものです。一般的な倫理観は入学前から持っていますが、技術者倫理は専門職倫理ですから恐らく大学に入ってはじめて学ぶものであり、そういう意味では大きな付加価値でもあると考えています。そして、これはAHELO的な重要項目4つの中の3つに関わっていくわけです。さらに中教審の学士力<sup>2)</sup>で言っているような能力にも直接関わってきます。中教審については皆さん既にご存知なのでリストだけお渡しします。

### 学士力(中央教育審議会 2008年12月)

- 知識・理解： 専門分野の基本的知識の体系的理解、多文化・異文化、人類の文化、社会と自然理解、専門分野の基本的知識
- 汎用的技能： コミュニケーション・スキル、数量的スキル、情報リテラシー、論理的思考力
- 態度・志向性： 自己管理能力、チームワーク・リーダーシップ、倫理観、市民としての社会的責任、生涯学習力
- 総合的な学習経験と創造的思考力：

10

後ほど技術者倫理の教育の中で、私たちの教育の内容をご説明しますが、そこでは、グループでディスカッションをさせています。そこで育てようとしているのはコミュニケーションスキルです。民主的な意思決定もありますが、コミュニケーションスキルです。これはJABEEのAからHまでの一般的な学習・教育目標にも関わってきますし、ABETが言っているcriteria 3の中の「専門に関わらず持つべき能力」の中にも入るようにしています。論理的思考力もそうであり、倫理観もこの学士力の中に出てきますし、社会的な責任も出てきます。とにかく、色々なところと関わってきているわけです。私自身としては、さまざまな能力・素養（知識、技能、態度、創造的思考）は、「技術者として重視すべき価値の共有とそれに基づいた意思決定と行動を行う能力を育成することである」と技術者倫理を定義するのであれば、全てのところで融合されてくると思います。非常に大卒な言い方になるかもしれませんが、技術者倫理教育というものは、少なくとも工学系の教育においては、今後21世紀型の新教養教育の中軸となる可能性があると思っています。

## 2. 金沢工業大学における技術者倫理教育の取り組み

### なぜ、今、技術者倫理が必要なのか

科学技術により世界がますます変わってきています。科学技術という一般的な言葉を使いましたが、そこで行われるのは、ひとりひとりの科学者・技術者の意思決定であり、その連鎖が社会を大きく変えていきます。従って、その科学者・技術者に対する教育をどのように行うかが注目されるわけです。本学は1965年に設立され、現在4学部14学科があり、学部学生は約6500名で、そのほとんどが工学系です。人文科学系の学科もありますが基本的には工学系です。

### 建学綱領とこれまでの取り組み

金沢工業大学建学の綱領に「人間形成」、「技術革新」、「産学協同」の3つを掲げており、その最初に「人間形成」を置いています。1965年に開かれた一番最初の教授会で、「技術を持った悪魔をつくってはならない」と当時の教授が決めたそうで、昔から技術者の倫理観育成を尊重してきているのです。

1968年には能登半島の穴水に穴水湾自然学苑をつくり、学生たちは毎年2泊3日でここへ出かけていきます。1980年からは「科学史」を必修科目とし、これを通した倫理教育を行ってきました。当大学は常に生き残りを賭けて戦ってきており、今後大学をどうすべきかという1992年には、約250人であった教員のうち延べ約170人をアメリカの大学に送り、当時のアメリカの大学でどのような技術者教育が行われているか視察させました。その結果、アメリカの技術者教育にあって日本の技術者教育になかったものが2つあることが分かりました。ひとつは実践的な設計教育で、もうひとつは技術者倫理教育であると認識したのです。1995年から、かなり大規模な教育改革を行い、この年に「人間と科学技術の歴史」を選択必修科目として開講しました。1997年には、私が現在所長をしている科学技術応用論理研究所を設立しました。初代所長は当時の副学長で、堀という工学系の教員でした。

### 学校教育法と人間力教育

8割の大学が技術者倫理教育をやっていますが、その多くがJABEEに対応するため技術者倫理教育をはじめたという経緯があります。本学の場合は、1994年から私を中心となり「職業倫理育成に関する研究」や大学院での「技術者倫理」教育、科学技術応用論理研究所の設立等

を行ってきました。その後にJABEEができたので、JABEEができる前から技術者倫理教育を本格的に行ってきたということです。その理由としては、もちろん建学の綱領もありますが、とにかく着実に、愚鈍にやらなければいけないことはやるというのが当学の特色であり、学校教育法第9章に大学の目的として、「大学は、学術の中心として、広く知識を授けるとともに、深く専門の学芸を教授研究し、“知的、道徳的及び応用的能力を展開させること”を目的とする」と謳っており、この部分は恐らくどの大学でも強調してこなかったところだろうと思います。しかし、本学ではやらなければいけないと考え、人間力教育という言い方をして力を入れてきました。本学の場合、卒業生はほとんど技術者になっていくため、その人間力教育の基盤としての技術者倫理教育を行ってきているのです。

### 金沢工業大学における技術者倫理の定義

最近色々な事件が起こっているため、こういうことでも技術者倫理を教えなければならないという機運が高まっています。では技術者倫理とは何かというと共通理解はなく、本学でも議論しており色々なところで議論がなされています。とは言え、定義がないまま技術者倫理を考えるわけにはいかないため、私たちは「技術者が、見学・経験・実務を通して獲得した数学的・科学的知識を駆使して、人類の利益のために自然の力を経済的に活用する上で必要な行為の善悪、正不正や、その他の関連する価値に対する判断を下すための規範体系の総体、ならびに、その体系の継続的・批判的検討。さらに、この規範体系に基づいて判断を下すことのできる能力」と定義しています。こういう能力を育てることが技術者倫理教育であると、われわれは考えています。もちろん、技術者が考慮すべき価値には色々なものがありますが、最も重要なものは安全であり、そのほかにコストや環境、誠実さ、技術革新等々さまざまな価値のバランスを技術者たちは取っていく必要があります。

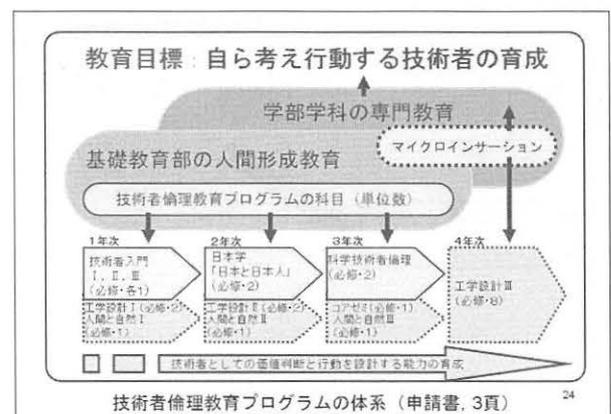
そういう能力をどのように学部時代に育てるかという課題にわれわれは取り組んできているわけです。ほかの大学では、倫理学者を呼び倫理学の歴史を教えたり、技術者のOBにその経験を話してもらって、それを技術者倫理教育だと言っているところが多々ありますが、われわれはそうではなく、自らの行動を設計するための実践的能力を高めていくことが技術者倫理教育の目的だと思っています。つまり、科学技術に関連する価値、および文化・歴史・社会・宗教などさまざまな価値を考慮しな

がら、技術に関する問題を発見し、それを解決していく総合的問題解決能力を育成する教育が技術者倫理教育だと定義しています。これは技術者倫理教育であるとは言っていますが、これを教養教育の目的だと言っても恐らく問題ないのだろうと思います。

### 金沢工業大学の技術者倫理教育の特色

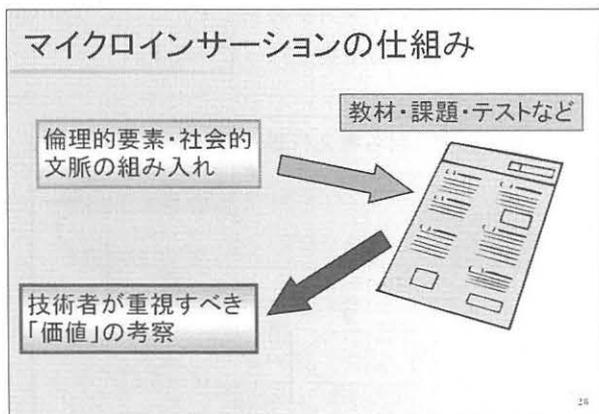
本学の技術者倫理教育取組においては3つの特色があります。ひとつは教育課程全体を通してこれを行っていることです。「自ら考え行動する技術者の育成」を4学部共通して全学科で一番高い教育目標に掲げており、1年生の段階から工学設計教育を行い、グループで問題を発見し、それを解決していくという必修科目を1・2・4年生に設けています。技術的な課題を中心とする問題発見型教育に、技術以外のさまざまな価値を考慮して判断する技術者倫理教育を加えたということです。

さて、これは本学のカリキュラムの図式ですが、今年度より3学期制から2学期制に変わったためカリキュラムにも変化が起こっていますが、1年生の「技術者入門」は1年生の春学期・秋学期・冬学期にそれぞれ1単位ずつ計3単位の必修科目です。2年生で「日本と日本人」が必修2単位、3年生で「科学技術者倫理」が必修2単位で、この3科目が本学の技術者倫理教育のコアとなる科目群です。それぞれの科目で何を教え、どのような学習目標を持っているのかに関わるきちんとしたすり合わせをやったことがありませんでしたが、それを去年ほぼ半年をかけ、3科目の担当者が集まり、それぞれの科目の中で何を教えて何を目標としているのかについて議論した結果、決定したカリキュラムです。それとは別に、例えば工学設計という科目があります。こういう中での技術者倫理に関連する活動を行っています。



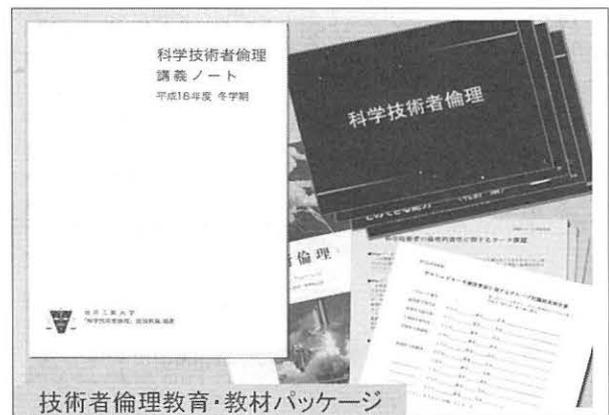
さらに、専門科目の中でもほんの少しずつ倫理的問題を考慮するマイクロインテグレーションを含めています。教

育課程全体の軸が技術者倫理教育を行っているということです。何か単独の科目をつくって技術者倫理教育をやるのではなく、先ほど述べた3つのコア科目を中心とし、色々な科目の中で教育課程全体を通じて技術者倫理教育を行っているということです。これはAcross the Curriculumというモデルで、元々はアメリカの大学で文章を書く能力を育てるため教育課程全体を通じてwritingさせる、つまりものを書かせてきたWriting Across the Curriculumですが、それを倫理に当てはめたのはわれわれです。これは、ほかの教育機関、例えば大阪大学でもCommunication Across the Curriculumといったやり方は可能ではないかという気がします。通常の工学系専門の科目では倫理の問題は関係ないだろうと思われるかもしれませんが、一見工学的な問題に文脈を与えることにより倫理的な考察ができるようにしてあげようというのがマイクロインサージョンであり、本取組の二つ目の特色です。単に計算をするだけではなく、その技術が使われる文脈を与えてあげるといいます。例えば、単に熱力学で熱交換の際にフロン12とフロン134Aを用いて計算せよというだけではなく、「あなたは家庭用冷蔵庫をつくる会社に勤めています。会社の上層部に対して新しい冷蔵庫を提案する報告書を書きなさい。その中でどういう冷媒を使い、どのような特色を持つ冷蔵庫をつくる必要があるのか、そして最後には自分の提言も書きなさい」というように少し変えてあげると、単なる計算問題が、その技術を社会の中でどのように使うかという、私たちが言うところの技術者倫理に変わっていきます。このような取組をできるだけ多く専門科目の中でやっているかということです。



もうひとつの特色は、こうした試みをコーディネートするための組織として、今私が所長をしている科学技術応用倫理研究所があります。この研究所のミッションは研究のための研究ではなく、技術者養成における教養教

育課程の在り方に関する研究あるいは技術者倫理教育の手法・教材・測定・評価方法の開発、技術者倫理に関するfaculty developmentと人材育成といったことをミッションとして研究所がつくられ12年になります。そこが学内外の色々な組織と協力しながらEthics Across the Curriculumを進めていくところです。その結果、これは写真が少し古いですが、このように3年時の技術者倫理教育のパッケージをつくりました。



#### 「科学技術者倫理」の基本枠組み

1学年が1500人おり、1500人が必修科目として2単位の科学技術者倫理を取ります。この1500人に対して、全て同じ教科書、同じ教材、同じシラバス、同じ試験、同じ課題を使って技術者倫理教育を行っております。また、オランダで開発されたAgoraを日本語に訳して日本で使えるような形に変換し、技術者教育に役立てていますが、これは非常によくできた倫理e-ラーニングのシステムであり、技術者が直面するような状況を想定し、その問題をどうやって解決するかステップを追いながら学生たちが考えていけるようにつくられています。学生は1学期の間に3つの課題をAgoraというシステムを使って行います。

また、3年時の「科学技術者倫理」は、学生1500人全員を対象とし、去年まで3学期制であったため各学期500人ぐらい扱っています。これを6人の専任教員で担当しております。そこで、3つのケーススタディあるいはケースメソッドを使ったグループ討議を行います。事例に関して学生が考え、ディスカッションをし、報告をするということを1学期の間に3回やり、学生たちは全部で8回程度の小さな課題を提出します。中間試験が1回、達成度確認試験、そしてAgoraというe-ラーニングのシステムによる課題を学生たちは行います。

全体の中で約3回、各学科、例えば建築と情報とでは技術者倫理と言っても事例の種類が違うため、やること

は全然違います。各学科に最も近い領域の事例について検討する時間を設けており、これをわれわれはdirectionsと呼んでいます。測定・評価の方法も同様です。頻度は週に2コマで、去年までは1コマ60分でしたので、それを週2回違う時間帯に行っていました。授業回数は20回で、中間試験、期末試験、そして期末試験のあとに本学では自己点検試験授業というものがあります。学生たちに成績表を渡して、こういう成績でしたということを報告し、学生たちから最後に質問を受ける時間ですが、こういうものを含めて合計20回です。提示資料は基本的に6人全員同じパワーポイントのスライドで準備し、同時に学生には、その提示資料の内容を書き込めるワークシート（われわれがつくった講義ノート）を配布します。

### 3. 技術者倫理教育の成果をいかに測定・評価するか

#### 技術者倫理教育の測定・評価とは？

さて、今日の主題である測定・評価をいかにするかについての話をしたいと思います。最初に私が倫理という名前の付く科目を教え始めて、「先生は人の倫理性を測れるのか？」と色々なところで、また学生諸君からも聞かれるようになりました。当学で一番いい成績はSですが、「科学技術者倫理でSがつくのと不可とではどうなのか？」「科学技術者倫理で不可になったら私の倫理性はないのか？ 私の道徳性はないのか？」といったことを言われるのです。これは一番大きな誤解です。人の倫理性・道徳性を測ることについては、その試みはあるものの、私はまだ成功していないと思います。コールバーグの理論に則り、ミネソタ大学の人たちがDIT (Defining Issues Test) というテストを開発し、統計的処理も含め研究を続けていますが、それで人の道徳性や倫理性を測定・評価できているとは私はとても思えません。ですから、一番最初にそれを排除すべきだと思うのです。

高等教育においては、自分たちが学習目標として掲げたものがどの程度達成できているかを測定・評価すべきです。ただ、技術者倫理といった非常に広い高次の能力に関しては、これまでの教育目標の概念を変えていく必要があると思います。伝統的な知識・理解あるいは技能といったペーパーテストやクラスの中で測れるような達成目標のみならず、技術者としてどういう方向に向かっていくべきかといった向上目標、あるいはコミュニケーション能力や言語の教育等でよく言われる体験目標を教育目標として考える必要があるのです。例えば外国の教育において、外国人とその人の言葉で話した経験を持つ

ことだけで、重要な教育目標を達成したことになります。これはペーパーテストやクラスの中で測れるような達成目標ではありませんが、何かを体験することも教育の目標としては非常に重要です。技術者が実際の仕事をしていく中で体験する倫理的ジレンマを学生時代に疑似体験することは、非常に重要な教育目標を達成していることになると思います。私たちは3つの擬似的なジレンマを学生たちにディスカッションを通して体験してもらいますが、これも非常に重要な目標達成ということになります。

自分たちが設定した学習・教育目標が達成できているかどうかを見るときにも、ひとりひとりの学生が学習・教育目標を達成しているかという個人のレベルでの測定・評価、そして大学全体の教育プログラムが有効に機能しているかというプログラムレベルでの測定・評価といったように、二つのレベルがあることを認識しておく必要があります。

#### 学生の学習成果の評価／教育プログラムの評価

ABETの測定・評価センター長であるGloria Rogersは、私が昔からよく知っている方で、彼女のスライドを少し借りてきましたが、われわれが測定・評価を考えると色々な言葉、例えば、測定 (Assessment) と評価 (Evaluation) とがどう違うのかを明確にしておく必要があります。また、教育目標 (Outcomes) と、行動目標 (Performance Criteria) との違いをきちんと理解しておく必要があります。ひとつの科目の中で測定・評価を行うとき、例えば熱化学という科目の中に色々なトピックスがあり、そこで理解すべき概念があるところで、1学期の間に先生は学生たちが理解しているか、能力を身に付けているかについて評価していくわけです。ひとりひとりの学生がどう学んでいるかについて測定・評価するときには、ブルームの教育目標のタクソノミーに則った知識・理解・応用・分析・統合・評価というレベルのどこまで彼らが達成しているかを見ていくわけです。つまり、初心者レベルからエキスパートレベルまで、学生たちがどのように理解しているか、つぶさに見ていくということです。

では、ひとつひとつの科目ではなく、例えば「責任ある市民をつくる」はローズ・ハルマン工科大学全体の教育目標ですが、そのひとつとして倫理が掲げられています。学生たちの倫理に関する達成度合いの見方としては、例えば倫理行動についての知識を持っているか、あるいは、ある問題の倫理的な次元がきちんと評価できるかと

いう performance criteria を立てるといことがあります。これは、学生ひとりひとり授業の中でやっていることを見るわけで、教育プログラム全体のレベルで見たときには、入学から卒業までの間に単に正式な授業カリキュラムの中での経験だけでなく、それ以外のさまざまな経験も含めた全体を通してプログラム全体の有効性を評価しなければいけません。その際、学生ひとりひとりの learning outcomes を評価するときには、ノギスを使い、しっかりと学生たちが授業の前後でどれだけ変化したか見ていかなければいけません、プログラム全体が目標とする方向へきちんと向かっているかどうか、その有効性を見るときにはアメリカン・フットボールで10ヤード進んだか進まないかを見ます。何センチなどという測定はせず10ヤード進んだらOKで、そのファーストダウン(最初の攻撃権)になるわけです。つまり、使うツールに違いがあるわけで、プログラムの効果測定のためのツールと、個人の能力測定のためのツールとは違うのだということを考えていく必要があります。

### 学習成果の評価ツール

学生たちの学習成果については、科目内の行動目標に連動した課題、試験、観察などによる測定・評価を行っています。2回の試験、8つの課題、Agoraの中の3つの課題があり、学生たちはほぼ毎週何かしらの課題を出てきます。それにきちんと対応しているかどうかで評価をしていきます。

Agoraのコンピュータのe-ラーニングシステムのいいところは、例えば私が100人の学生を担当しているとすると、ひとつの問いに対して学生たちがどう答えているか、コンピュータ上で100人分全てを横に並べて見ることができる点です。そうすると、よく考えている学生とよく考えていない学生は、主観的ではありますが、かなりよく見えてきます。それにより、学生たちの知識や理解、態度がどう変わっていったか評価します。

また、われわれの科目では7ステップガイドと言い、倫理的な問題を分析していくための手法を何度も強調します。ステップ1は、倫理的な問題を言葉にしてみなさい、何が問題なのかを言葉にしなさい (state your problem)。ステップ2は、事実関係を調査し、そこではどれだけのステークホルダーがいるかを見なさい。ステップ3は、関連するさまざまな法律や倫理綱領等を検討しなさい。ステップ4は、少なくとも5つ以上の解決策を考えなさい。ステップ5は、それらの解決策をさまざまなテストにかけてみなさい。危害が最も少ないのはどれか、

一番世間体が悪いのはどれかといった、倫理的な解決策を評価するための色々なテストがありますが、そのテストにかけた上で意思決定をしなさいというのがステップ6です。ステップ7は、そのプロセスを見直しなさい。この7ステップを学期中を通して学生たちに強調していきます。

私たちは、それを学生たちができているかどうか評価するための判断基準としてKIT simple Rubricを開発いたしました。本学の必修科目「科学技術者倫理」の目的について、私たちは「倫理的な問題を検討し、それらを解決する問題解決能力の向上を図る」と書いてあります。ほかにも色々な目的を書いています、Rubricに関してはこの点であり、これをどうやって測定・評価するかという問題にわれわれは直面したわけです。

### ピッツバーグ大学の取り組み

測定・評価の方法について、ピッツバーグ大学で既に研究がなされていました。非常によく似た倫理的問題に関わる事例を学期の最初と最後に与え、その問題の解決方法を学生たちにエッセイとして書かせ、それを複数の人間で点数評価するものです。最初、われわれは、そのプレ・テストとポスト・テストで1学期間の学生たちの倫理的判断能力の向上を図ろうとしました。愚かにもそれをそのまま日本語化すればなんとかなるだろうと思ったのですが、そうはいきませんでした。ピッツバーグ大学のRubricは全部で5項目、5段階あり、25×25のマトリックスになっているので、一番低いレベルと一番高いレベルの間のどこにあるのか採点者間で全く意見が一致しないのです。このあたりのことに関してはLarry Shumanという人たちの論文を見ていただければと思います。

### 金沢工業大学への適用

われわれは最初に事例の日本語化を行い、その後実際にRubricを使って6人の教員で学生たちのエッセイの採点を始めました。「借りた道具」、「人工心臓」などの事例を作成し、最初は先ほどの5段階で採点していましたが、いくらやっても意見の一致が見られなかったため簡略化を図り、できていないものは0、できているのは1、非常に優れているものは3という3段階の採点にしました。ステークホルダーがきちんと認識されているか、状況分析ができているか、解決策をきちんと出せているか、複数の解決策を出せているか、それをきちんとEthics Testにかけて評価しているかといったことを3段階ぐら

いならなんとかなるだろうとやり始めましたが、このように単純なものでも、×、○、◎でやってもうまく行きませんでした。最終的にバージョン9までできていると思えますが、現況ではこれを0と1だけ、つまりできているかできていないかだけで判断しています。このRubricを使い、期末試験に毎回異なる事例を出し、学科によっても違う事例を出して、学生に解決方法を書かせます。その事例分析を評価する際の採点基準としてRubricを使っています。後ほど、私が去年教えた科目の最終的な採点表をお見せしますが、全部で十何項目あり、100人分なので膨大なExcelのシートになり、かなり細かい採点作業を行いました。これが学生のlearning outcomesを見ている部分です。

採点項目	内容	達成しているか	スコア
事例認識	1 重要な事実関係を把握できているか。		
	2 ケースに明示されている事実関係を正確に再現できているか。		
	3 ケースに暗示されている事実関係についても把握できているか。		
事例認識	1 倫理的課題の存在を正確に理解できているか。		
	2 当該の倫理的課題を明確に表現できているか。		
関係性	1 ケースに明示されている重要な利害関係を列挙できているか。		
	2 ケースに明示されている利害関係を全て列挙できているか。		
	3 ケースに直接明示されていない利害関係を特定できているか。		
解決策	1 具体的に解決策が少なくとも一つ提示できているか。		
	2 複数の具体的な解決策を提示できているか。		
	3 複数の解決策を提示できているか。		

## 技術者倫理ポートフォリオ

プログラム全体を見るprogram assessmentについては、今、3つの手法を開発中で、それは技術者倫理ポートフォリオとフォーカス・グループ・インタビュー、そしてKIT総合アンケートです。今日は技術者教育ポートフォリオについて簡単に説明します。

本学では元々、技術者倫理ポートフォリオをつくる前にKITポートフォリオシステムの開発を始めていました。最初に全体的な設計があればよかったのですが、それぞれの科目で、このポートフォリオシステムを始めてしまい、今はまだ相当ちぐはぐな状態です。このポートフォリオには、1年生での修学基礎能力演習時に自分の1週間の活動を入れたり、学期終了後に自分がどこまで能力を高めることができたかという自分なりの評価を入れていきます。あるいは、修学基礎教育課程、いわゆる教養教育の中での科目に対しては、科目終了時にその到達度について自分はこう思うということこのポートフォリオシステムの中に入れていきます。本学の必修三科目、1年時の「技術者入門」、2年時の「日本学」、3年時の「科学技術者倫理」が終わった段階で学生たちが入

力する自省的なエッセイの中から、学生たちの意識がどう変わっていくかを見るためのシステムをつくらうというのが、この技術者倫理ポートフォリオです。必修三科目の次の段階としては、卒業する前に、自分が4年間金沢工業大学に学んだ結果についての自省的なエッセイをこのポートフォリオに入れてもらおうと思っていますが、それにより1年生から4年生まで通時的に学生たちが自分自身技術者としての意識がどう変わっていったかを見ることができるとというのが、このポートフォリオの目的です。「科学技術者倫理」を履修した学生は、皆、自己評価ポートフォリオ（達成度評価ポートフォリオ）を書きます。

例えば、「科学技術者として直面する可能性のある倫理的問題の存在と種類について具体例を挙げながら説明できる」という行動目標に対して、ある学生は、「今回この科学技術者倫理の講義を通して技術者として直面する問題や、その問題が起きたときの技術者にかかる責任や周りに与える影響など学ぶことができたと思う」と書き、自分が80%ぐらいの達成度だと言っています。「問題に対して理解は深めたものの、まだ全てのことを説明できていないということで80%にした」と書いていますが、こういう項目からわれわれが見たいと思う内容を引っ張り出せるような「クエリー機能」を大学全体のポートフォリオの中に加えました。

われわれは技術者として共有すべき価値を伝えていくことが技術者倫理教育だと考えているため、どのような価値を共有すべきか、ここで検討致しました。広義での共有すべき価値と、狭義つまり技術者倫理の科目の中で言われていることを分けて検討したのですが、そこに掲げた目標の達成度を学生たちが書き込んだものから抽出できるようにすることが技術者倫理ポートフォリオの目的です。実はシステムそのものが完成したのが今学期のことで、分析はこれから行いますので、結果に関するデータを今日はご紹介できませんが、こういう試みを行っています。例えば機械工学科で技術者倫理に関連するような価値をどういう形で表現しているのかを引っ張り出せる検索機能を持たせています。

## 何を／なぜ測定・評価するのか

何を／なぜ測定・評価するのかという点について重要なのは、包括的な教育効果なので、プログラム全体の評価をしたいということです。金沢工業大学における技術者倫理の基準ということで、お手もとの資料に、共有すべき価値の定義が書いてありますが、こういうことが学

生のエッセイを通して、われわれの目標がある程度プログラムとして機能していると判断しようということです。

#### 金沢工業大学における 「技術者倫理」の基準①

- I 共有すべき価値(広義)(新教養教育)
  - A 価値についての総合的理解
    - 価値およびその多様性に関する理解、文化に対する評価軸の形成、文化、市場経済、国家などの地球規模での展望やグローバル化の理解
  - B 社会を構成する基本概念の理解
    - 法や経済など社会制度の理念の理解、権利と義務という概念の形成や、民主主義と基本的人権、資本主義と財産権などの西洋的概念の導入過程など
    - 法と憲法との関係、その成立過程や倫理規範、近代国家概念との関係、「国民」の形成と法など
  - C 技術者として社会から求められる資質の理解
    - 大学全体の教育と外部の制度との関連を踏まえて
- D-1 金沢工業大学の全学としての教育理念への対応
  - KIT-IDEALSに示された価値群の理解
- D-2 修学基礎教育課程の教育目標への対応
  - 人間力、社会人基礎力など、必要最低限とされる項目
- D-3 各学科の教育目標への対応

#### その他のツール

KIT総合アンケートは、本学のホームページから見ることはできますが、これは学生あるいは卒業生、あるいは本学の学生を雇用してくれる人たちに対して毎年行うアンケートですが、この中に技術者倫理関連の質問項目を入れていきます。また、履修後の学生あるいは卒業間近の諸君に大学における技術者倫理教育の感想等を話してもらうためのフォーカス・グループ・インタビューを行います。こういった形でプログラム全体がきちんと機能しているか見ていきたいと考えています。

#### 結語

高次の能力・態度に関する測定・評価は、常にwork-in-progressであると思います。技術者倫理教育で育成を目指す能力・態度は21世紀型新教養教育の根幹を成すため、他の能力群(学士力)等と密接に関連しています。従って、技術者倫理教育の成果の測定・評価手法の開発には教育の質保証をめぐる世界的な動向に注目する必要があります。特に、われわれの領域に関する測定・評価の専門家というのは、まだまだ少ない状況ですので、皆さま方のご意見を参考にしながらさらに発展したいと考えます。そして、この領域に進む若い人たちをどんどん育てていく必要があると思っています。私のプレゼンテーションはこれで終わりにします。どうもありがとうございました。

#### 注

- 1) OECDは、高等教育の質の評価を行うため、高等教育における学習成果の評価(AHELO: Assessment of Higher Education Learning Outcomes)に関する調査の実施可能性を探るため、現在、予備調査(フィージビリティ・スタディ)を実施している。日本は、2008年1月のOECD非公式教育大臣会合でフィージビリティ・スタディの参加を表明し、同年12月に開始された第1回AHELO専門家会合で工学分野への参加が正式に決定された。(注:中村)

(ふだの じゅん 金沢工業大学)

科学技術応用倫理研究所・所長(教授)

(なかむら まさき 大学教育実践センター・准教授)