

連載講座 技術者倫理教育の最前線

〔3〕 大学における技術者倫理教育

3.4 埼玉大学における技術者倫理教育
～生産原論～Engineering Ethics Education at Saitama University
Principle of Manufacturing～

池野 順一

Junichi IKENO

- ◎埼玉大学大学院修士課程修了。東京大学生産技術研究所(博士(工学)), 豊橋技科大を経て現在に至る。
- ◎研究・専門テーマは, 超精密・微細加工工学
- ◎正員, 埼玉大学准教授 大学院理工学研究科
(〒338-8570 さいたま市桜区下大久保
255 / E-mail: ikeno@mail.saitama-u.ac.jp)



1. はじめに

昨今, モノづくりにおける一部企業の倫理観欠如が問題となり, JABEE では技術者倫理を教育の重要な柱に位置づけている。しかし, 理工系教員にとって人文科学に位置する「倫理」は専門外であり, 授業を行うことはかなりの負担である。そこで, 大学, 高等専門学校の中には, 哲学・倫理の専門家に授業を担当させるケースも見受けられる。しかし, 哲学・倫理の専門家にとって, 技術は専門外であり, 彼らの学問分野に「技術者倫理」という単語はないらしく, 戸惑いが生じている。

いっぽう, 学生は個々の専門科目を一生懸命勉強しているが, 工学全体を広い視野から見つめる機会は与えられていない。ましてや「技術者」に関して考える機会など皆無である。技術者を育てる教育機関としては, いささか不十分である。

1982年, 小林昭氏(元埼玉大学教授)によって生産原論が提唱され, 学会等で活発に研究されてきた。生産原論とは, モノづくりの本質を追究する学問である。技術, 技術者とは何か, どうあるべきか, 広い視野に立って, さまざまな専門家を交え議論を重ねている。その中心的課題は, 「技術者の生産哲学・倫理」である。小林氏はこれに対し, 若者教育の果たす役割が大きいことを主張し, まもなく埼玉大学工学部機械工学科の専門科目に「生産原論」が開講

された。現在は担当教員も世代交代しており, 小林氏の経験や考えをそのまま学生に伝えても, 学生にその真意を伝えることはできない。そこで担当教員の経験を織り交ぜながら, 年々授業内容や教授法の充実を図っている。

連載講座第7回目は, 「埼玉大学における技術者倫理教育」と題し, 「生産原論」授業の内容と学生からの評価について紹介する。

2. 生産原論の概要

生産原論では, モノづくりの目的を「人々が真に幸福な生活を送れる社会の実現」においている。そのためのモノづくりはどうあるべきか, その本質を探るべく, 次の四つの研究分野から多角的に研究を行っている。

1) 哲学・倫理

モノづくりを哲学・倫理から考え始めることの重要性を主張している。技術者は生命権, 生活権, 環境権, 平和維持権を確保するモノづくりを心がけなければならない(生産哲学)。そのうえで, 何をつくるべきか, つくらざるべきかを判断する生産倫理が必要となってくる。

2) 技術史

先人の知恵を現代の技術に活かす。「温故知新」から新技術を開発するためのヒントを得ようとするものである。さらに社会と関連して技術の社会的影響力や変遷を正しく知り, 技術の行く末を点ではなく線(ベクトル)としてとらえ考える試みをしている。

3) 生産と人間

美や勤といった人の感性, 技能者(技術者)や技能(技術)伝承法の調査, 開発者の精神世界, 豊かさや心の問題など, 幅広く研究がなされている。これらはモノづくりが人の営みそのものであることを認識するために欠かせない。

4) 先端生産技術

生産哲学・倫理に適合し, 独創性に富んだ新技術の開発は創り出すことの喜びを知るうえで重要である。具体的な技術開発を行っている。

以上のように, モノづくりとは何か, 人はどう関わっているのか, 時間軸と空間軸をもって考え, 創る喜び, 技術

者としてのプライド，夢を育む学問である。

3. 授業内容

3.1 位置づけおよび目的

本学における工学部の教育目標の一つに、「豊かな教養と職業倫理を有し，社会的責任を自覚させるとともに実践的な企画・立案能力を有する人材を育成する」がある。また，機械工学科の教育目的の一つに、「社会に対して責任ある対応の取れる人材の育成」が掲げられている。機械工学科では JABEE 認定を受けており，その学習・教育目標の一つには、「社会における役割の認識と職業倫理の理解」がある。生産原論は，これらの目標，目的に合致した内容を含む授業として位置づけられている。

授業では，工学を総合的にとらえ，学生自身のおかれている状況を明確にする。そのうえでモノづくりは面白い，技術者は尊敬に値するという想いを抱かせ，学習に対するモチベーションを高めることを重要視している。「使命を理解し，プライドを持った技術者は，必ず倫理観を身につける」と考えている。

当初，授業対象は3年次学生であったが，学生からは「1年次に受講したかった」という意見が多数寄せられた。教員間連絡ネットワークで議論し，現在は1年次学生を対象とした共通教育科目となっている。2007年度は，160名を超える履修者がおり，他学科の学生や文系学生も含まれている。

3.2 シラバス

機械工学科には，“何となく”入学してきたという学生が半数程度いる。彼らは親や先生の勧めで進路を決めて入学し，進路に漠然とした不安を抱いている。機械工学科で知っている事といえば，「車，バイク」「ロボット」くらいであり，小学生と認識はさほど変わらない。

彼らに対し，「進路の選択において間違いはなかった」と思わせることは重要な作業である。1回目の授業では，その初動教育も兼ね，資源の乏しい日本がどうやって外貨を稼ぎ豊かになっているのかを考えさせる。これには経済産業省が発表している商品別貿易の概況を提示し，機械工業が輸出額の70%を占めている現状を理解させる。機械工業で経済大国となり繁栄してきた日本であるが，これからの日本の将来は君たち機械工学を志す若者が背負っていくのだという使命感と責任感を感じてもらうように努めている。

また，当たり前になっている現代工業社会が人類の歴史上，どのような位置づけにあるのか明確にするために，人類誕生を36万年前として，人類の歴史を一年間で例えることにしている(図1)。現在を12月31日の大晦日午後12時とすると，人類が農耕を始めたのは12月21日であり，金属を発見したのはクリスマスの終わった26日，大量生産，大量消費の現代工業社会が始まったのは31日の午前4時である。人類の歴史から見れば，ごく最近のことに過ぎないことを示す。さらに将来進む産業界を理解するために，機械工業界(他学科や他学部は各自の産業界)の調査を2週間かけて行わせる課題を出すことにしている。何と

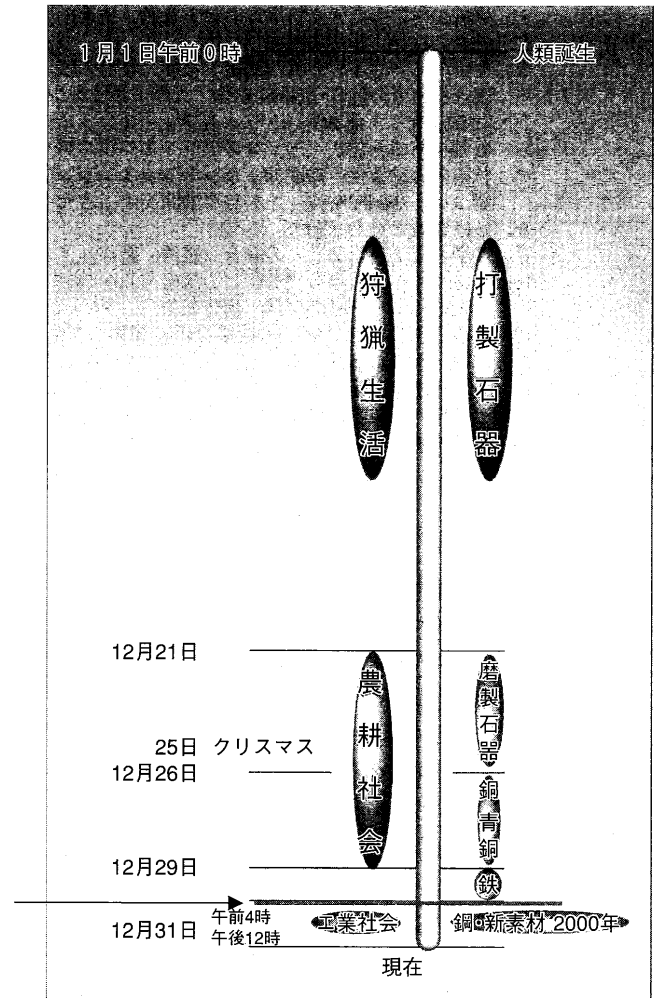


図1 人類の歴史を1年に例えた図

なく学生の顔つきが変わっていくのを感じ，手応えを感じる授業となる。

2~4回目までは，技術者，技能者がこれまでどのような教育・育成されてきたのか，東洋，西洋に分けて解説する。具体例としては宮大工の西岡常一氏が祖父から受けたユニークな教育について紹介する。4回目には，NHK制作「人間ドキュメント」で三鷹光器(株)の3次元形状計測装置開発に関連して会長と技師を追ったVTRを見せる。会長の本質をついた技術教育の実際と，技師の究極の精度を追い求めるひた向きの姿勢を見せる。技術者とはどんな人々か，現代における技術の伝承はどのようになされているのか理解させる。これにより，多くの学生は技術開発の面白さ，技術者に対するあこがれを抱くようである。

5~6回目は，トランスファ・エンジニアリングについて学習する。これは，異業種間の技術移転を意味し，新技術開発の一つの思考法である。多くの人々が知る優れた技術を例にとり，どのようにその技術が生まれたのか，その意外で人間くさい発明秘話について紹介する。考える楽しみを垣間見，独創性とは案外身近なものであるという認識を与えるのが目的である。課題では筆者の専門分野(加工学)の基礎研究を例に挙げ，加工法を自由に発想させる。1年次学生は専門知識が全くないので，日常，目にする自然現象を思い返して加工法に結びつけようとする。学生の

1. 機械工学の重要性と日本における役割. 講義の主旨, 必要性の説明.
2. 技術, 工学, 学問の歴史. 技術, 工学, モノづくりの意味.
3. 先人のモノづくり教育 (知識, 技術, 技能の伝承). 経験を交えた事例紹介
4. 現代技術者の紹介 (NHK制作 人間ドキュメント: 三鷹光器)
5. 独創技術の開発事例 (トランスファ・エンジニアリング 1). 考案させる課題
6. 独創技術の発想法 (トランスファ・エンジニアリング 2). 課題ごとの考案事例紹介
7. 技術史の重要性 (時間的トランスファエンジニアリング, 人類史における技術の位置づけ) (NHK制作 オモシロ学問人生: 古代への挑戦)
8. 技術革新と社会構造
9. 工学と人文科学分野との融合 (経済, 芸術などとの関連)
10. モノづくりにおける異分野との融合 (NHK制作 プロジェクトX: 胃カメラ開発)
11. 環境とモノづくりの現状 (調査報告)
12. 環境に優しいモノづくり事例 (NHK制作 プロジェクトX: CVCC エンジン開発)
13. 感性・心の重要性
14. 生産哲学, 生産倫理
研究開発の面白さ事例紹介.
15. 期末試験



生産原論提唱者 小林 昭博士

図2 講義スケジュール

考案は次の授業で詳細に紹介する。現代技術との対比, 根本原理の解釈, 発想のユニークな点など解説を行う。案外, 原理を理解し, 現在の技術と本質的に同じものを多く発想してくるのは興味深い。さらに, 斬新な発想をする学生もいて, 学生自身大変興味を持って課題に取り組んでいるようである。3年生に同様の課題を出すと, 現状技術を組み合わせ合わせたエンジニアリングの作業をする学生が出てきて, 斬新な発想が少なくなってくるのが特徴的である。知識と発想の関係において, 大学教育が大事なものを見落しているような気がしてならない。

7~8回目では, 技術史(温故知新)の重要性について解説する。一例として, 古墳から出土した美術品の加工法を推定する実験研究をVTRで紹介する。かつて周辺技術が未発達であるが故に発展できず廃れた技術は, 幾世代かを経て現在全く別の技術に代替されていると考えられる。しかし, もしその周辺技術が現在は格段に発達していたとすれば, 廃れてしまった古い技術は, 最先端技術となり得る可能性を秘めている。したがって, 廃れた技術を再認識することは大変興味深い。

また, 技術革新が社会構造に及ぼしてきた歴史を顧み, 技術が人間社会にいかにか多大な影響を及ぼしてきたかを認識させ, 技術者の責任の重さを感じさせる。

9~10回目では, モノづくりが人間の営みそのものであるという視点から, 人文社会など人間に関する学問は技術者に欠かせないことを理解させる。10回目には, 医療と工学の融合として, 胃カメラ開発を取り上げる(NHK制作「プロジェクトX」)。技術は何のためにあるのか, 技術者の心は何に揺さぶられるのかなど考えさせるのが目的である。胃カメラ開発を世界で初めて成功させた宇治達郎氏の病院は, 今もさいたま市にあり, 身近な話として学生も感じるようである。光学技師の杉浦氏のインパクトも大きく, ここ数年, 内視鏡開発に携わりたいという学生が光学機器メーカーに就職していくようになった。

11~12回目では, 環境とモノづくりの関係について述べる。独自にフィールド調査した廃棄物処理の現状を紹介し, 学生にその切迫した現状を理解させる。ここでは, 経済と技術の狭間で技術者倫理を考えさせる。大方の学生は暗澹たる気分になってしまう。そこで12回目では, 世界

で初めて低公害エンジン CVCC を開発した自動車会社の社長と技術者たちについて (NHK制作「プロジェクトX」) 紹介する。CVCC エンジン開発を通して, 人道的な立場を貫いて開発に成功した技術者達の姿が強く学生たちの心に刻まれるようである。

13~14回目では, 技術者にとって感性や心が重要であることを考えさせる。脳科学者の時実氏の著書「人間であること」(岩波新書)を紹介し, 「人は人になり得る動物として生まれてくる」ことを示し, 育つ環境の重要性を示す。また, 数学者である岡潔氏や分子生物学者である利根川進氏の言葉を紹介し, 科学技術で重要な感性や心について考える。最後に, 筆者が小林昭氏から受けたユニークな研究教育について紹介し, その後筆者の行ってきた加工学に関する発見や発明的研究事例を紹介する。ここでは主に研究裏話とでも言うべき苦悩や喜びといった研究者の内面に焦点を当てて話をするにしている。

全体をとおして, 学生には各自の考えをまとめさせるために, できるだけ客観的にさまざまな事項を紹介しよう心がけている。ただし, 当たり前にも思っていることが, 実は問題なのだということに気づかせる場合は, 問題となる事例を挙げていき, 教員の個人的意見も必要に応じて最小限述べ, 課題では学生諸君の意見を求めることにしている。参考までに, 各時間における授業内容を図2に示す。

3.3 授業形態および評価

授業時間 90 分のうち, 60 分を座学, 30 分を課題にあてている。教科書は数年前まで小林昭著「これからの工学・技術者に求められるもの」(養賢堂, 1992 年発行)を指定していたが, 残念ながら絶版になってしまった。2007 年度からは, 授業で使用するプレゼン資料のコピーを毎回配布している。課題は記述式で座学内容の理解と自分の考えを構築させることを目的としており, 30 分という限られた時間内で説得力のある表現ができるよう, 文章の書き方についても注意を払わせている。本授業では課題の重みは評価全体の 30% に及ぶ。14 回にわたって B4 用紙一枚に自身の考えを記述し続けるのは, 相当な労力である。表現力に乏しい学生も多く, 履修者 160 名の課題添削は教員にとって容易ではない。しかし, 徐々にではあるが, 学生の表現力は養われるようである。学生のアンケートでは, 他

の授業では得られない自己表現の場があつてうれしいと寄せてくる学生もいる。

70%の重み付けをしている期末試験も全問が記述式である。各授業で伝えたかったことについて問い質す問題がほとんどである。

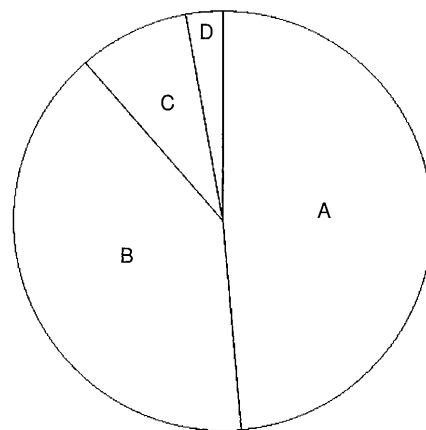
4. 学生の授業評価

最終授業の後にとる授業評価アンケートでは、さまざまな感想が寄せられる。「専門科目を受けるための下地が築けた」「技術者へのあこがれが強くなった」「人類の幸せのために役立つような技術者になりたい」などである。また、アンケートでは「教員は授業の内容に対するあなたの興味や関心を引き出しましたか」「授業はあなたの思考力を養うため、あるいは専門知識を高めるうえで役立ちましたか」という項目がある。それぞれの結果を図3(a), (b)に示す。評価の見方は、A～Eの5段階評価である。質問項目に対してYESの割合が高い順にA, Bとなり、Cはどちらともいえない、D, Eは否定的な意味合いが順に強くなっている。これにより、授業内容に興味や関心を持った学生は(a)により、AとBを合わせて88.6%であった。思考力を養い専門知識となったとする学生は、(b)によりAとB合わせて82.9%でありDとEは0%であった。

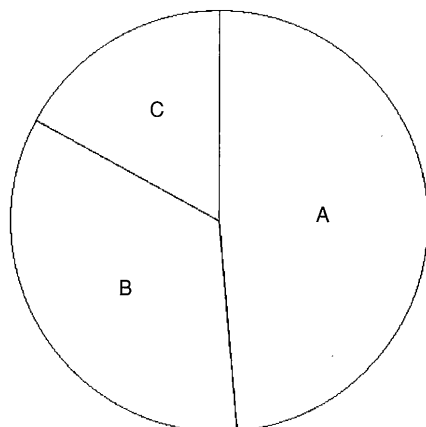
そのほかに教員の熱意やシラバスの内容を問うアンケート項目、学生の授業参加を促したか、授業時間は守られたか、教材内容やプレゼン法、課題の妥当性を問う項目がある。これらの総合評価結果を(c)に示す。83%の学生が授業に対して肯定的な意見を持っていることがわかった。Dの2%は部屋のスクリーンが小さいという苦情と、授業での学生との対話が少なかったという点が反映している。学生の参加型授業を実現するには、履修者が多すぎることもあり、なかなかの難題である。

5. まとめ

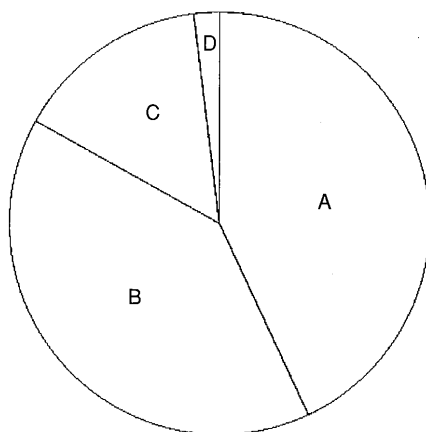
以上、埼玉大学における技術者倫理教育として位置づけられている「生産原論」授業について紹介した。モノづくりが大規模になり社会に与えるインパクトが大きくなれば、技術者が社会に与える影響も大きく、それだけ倫理観が重要視されるのは当然である。技術者倫理教育には、倫理観の欠如でこんな事故が生じてしまった、どうすべきだったか、倫理観はどう養えばよいのかといった観点で授業を行っているものもある。大変重要な課題に正面から取り組む姿勢には頭が下がる思いである。現役の技術者たちの倫理教育には絶大な効果があることはいままでのない。ただ、未経験の技術者の卵たち(=学生)を対象とした授業で、その切実な想いは伝わるのであろうか。かなり困難な気がしてならない。逆に、技術者の責任の重さに萎縮したり、営利団体である企業の技術者が弱い立場であることに失望感さえ抱かず結果になってしまうのではないかと、環境問題では政治の腐敗や経済優先の思想が見え隠れし、技術屋だけが自虐的に反省していることに反発を感じやしないだろうかなどと危惧するところである。学生には、これ



(a) 教員は授業の内容に対する貴方の興味や関心を引き出しましたか。



(b) 授業は、貴方の思考力を養うため、あるいは専門知識を高めるうえで役立ちましたか。



(c) 総合評価

A～Eの5段階評価

図3 授業評価アンケート結果

からの技術者としての人生に、夢と希望、プライド、意欲といった大切なものを与えることが技術者倫理教育の使命ではないかと思う。また、哲学や倫理は個々の技術者が自らの経験を基にして築いていくものである。したがって、授業を履修すれば技術者倫理の問題は解決する、という錯覚を与えないよう気をつけねばならない。自身の哲学、倫理観を長い時間をかけて熟成させるための基盤をこの授業で各学生の心に植えつけることができればよいと願っている。

(原稿受付 2007年8月1日)