市民科学講座 講義録

"科学技術と社会との界面の存在=技術者" の倫理とは何なのか?

講師: 比屋根 均(技術者倫理・技術者教育研究者)

2019 年 67 月 2 日 光塾 COMMON CONTACT 並木町 にて

上田:技術者倫理という言葉は皆さんもお聞きになったことがあると思うが、私自身は2年間の JST の研究助成が取れた時に(2005年)、技術者倫理を日本で最初に体系的にやろうとされていた札野順さんの研究発表を聞く機会があった。技術者倫理というのはこうやって生まれてきたのかと知った。比屋根さんの STS 学会、テクノロジーカフェの活動を知って、一度じっくり技術者倫理の中身を聞いてみたいと思った。ご著書を2冊読ませてもらったが、比屋根さんが独自の道を組み立てて行きたいという意向が伝わってきた。

比屋根:技術者倫理の非常勤講師として中部地方、名古屋を中心に生きている。教科書も2つ書き、関連して博士論文を書いた。独自の道と言えばその通りだが、独自の道をこれが正当な道でしょ、というところもご理解いただければと。

自己紹介として、東大を金属で修士まで出させてもらった。金属系の会社に入り数年でプラント部門行けと言われ、その後品質保証(QMS)のマネジメント側に行った。そうすると不況になり、失われた10年、20年があった。その頃たまたま受けたのが技術士試験。なんでそんな試験を受けたのか分からないが、技術士会に入ってみると面白かった。コンサルタントとして独立する人達がいた。ISO(国際標準化機構)の奔りだったので、そういう人達が格好良く見えた。二次試験も受け技術士になった。

技術者倫理が日本で始まったのは 1997 年頃。JABEE (ジャビー;日本技術者教育認定機構) というのができて、技術者倫理という科目が工学部のスタンダードとしてやらなきゃいけなくなったのが 2000 年頃。それから技術者倫理が流行り始めた。ある意味、技術士 (会)

が倫理を学び始めるという逆輸入、学生向けの教科書で倫理を学ぶという逆転現象が起こった。

その頃から倫理研究を始め、大学教育の方でも需要が出てきて、技術者倫理を非常勤で教えるというラッキーな流れもあった。でも私自身はどうも落ち着かなかった。名古屋大学大学院情報科学研究科の戸田山和久先生のもとで技術者倫理をやろうと博士課程に行き、もう会社はいらないと退職して、名ばかりの技術士事務所を設立した。博士論文を出す前に研究手段として教科書を出した。この7月には中部本部の倫理委員長になる。去年の9月にも新しい2冊目の教科書を出した。

〇自己紹介

1990年 東京大学大学院工学系研究科金属材料学専攻修了(工学修士) 大同特殊鋼株式会社入社(製鋼工場~機械ブラント事業部門(開発, QMS等) 2000年 技術士1次試験合格(環境部門),技術士補登録,日本技術士会準会員B 2003年 技術士2次試験合格(衛生工学部門/総合技術監理部門)

⇒技術士登録,(社)日本技術士会 正会員

2004年11月~ 技術者倫理研究開始 (2005年~技術者倫理非常勤講師) 2009年4月~ 名古屋大学大学院<u>情報科学研究科博士課程(後期課程)</u>入学 (科学哲学:戸田山和久研究室)

2010年8月 大同特殊鋼(株)退職

2011年3月~ LArTEng ラーテン技術士事務所設立・所長

2012年3月 名古屋大学大学院情報科学研究科博士課程(後期)満期退学

4月 技術者倫理教科書『技術の知と倫理』出版, 理工図書

2015年3月 博士(情報科学)(名古屋大学)

4月~ 日本技術士会中部本部 倫理委員

2017年4月~ 同 教育促進小委員長

7月~ 同 倫理委員会副委員長

2018年9月 技術者倫理教科書『社会人・技術者倫理入門』出版,理工図書

2019年2月 ラーテン技術士事務所廃業

3月~ 一般財団法人岐阜県公衆衛生検査センター勤務

1.「技術者倫理」教育に何を求めるか?

技術者倫理とは何か。「技術者倫理」と言うと、すんなり受け入れてくれる人とアレルギーを感じる人がいるのが実態だ。だから理由づけがいる。どの教科書も枕に書いてあるのは、1990 年代頃に技術者倫理が始まった当時は事故・不祥事が多かった、ということ。しかしそんなことは昔からのことだから、それを理由にするのは違うだろうと思っていた。

ただ、外から見ている人が事故を防ぐことを期待されていたのは分かる。企業・組織の不正・不祥事を防ぐ役割も期待されていた。最初の頃の技術者倫理の教科書が強調していたのは内部告発者としての役割。正義の味方として暴いてくれ、と。

もう一つは、専門職業者の社会的地位の確立のためには倫理が要るということ。当時は終身雇用制が批判され見直される気運があった。どんどん人が転職し動いていくためには、倫理を身に付けた人も必要、という背景。

1995年から APEC エンジニア制度の整備が始まる。ちょうど GATT から WTO に変わった時期だ。東西冷戦が崩壊して、自由なグローバル化、互換性をもって人も動くことが目指

された。日本に海外から技術者も来て、日本の技術者が海外でも活躍できるような制度を目指そうという流れ。その流れの中で倫理が求められるようになった。

当時のお手本はやっぱりアメリカ。先の JABEE が大学工学教育の技術者教育としての認定基準や制度のお手本としたのは ABET (エイベット;米国の技術者教育認定機関)だった。 ABET が 1997 年頃に作ったのが、Engineering Criteria 2000 (EC2000) という認定基準。それを日本の JABEE も導入した。当時の日本の工学教育者側は、それまでの工学教育に技術者倫理科目を加えれば、なんとか ABET 並みの国際標準を満たすだろう、というのに近い見通しだったろうと思う。

- 1. 「技術者倫理」教育に何を求めるか?
- (1)よくある理由付け~事故や不祥事の多発、その防止
 - ・・・そんなの、ずっと前から変わらずあったこと。 でも、「倫理を身につけてくれ」「倫理性を高めてくれ」という要求はわかる。
- (2)企業(組織)の不正・不祥事を防ぐ役割を期待
 - ・・・科学者・研究者・技術者の誠実イメージ 組織・企業の私的動機による不正発生イメージ
- (3)専門職業(プロフェッション)の確立と社会的地位向上
 - ・・・終身雇用制への批判・見直し機運、 APEC(プロフェッショナル・)エンジニア制度整備の影響 工学系学協会の倫理綱領整備
 - →ABET(米国の技術者教育認定機関)の認定基準:EC2000を 導入した日本のJABEE認定基準が求めた「技術者倫理」教育 ・・・「技術者倫理」を教育すれば、これらの期待に応えられる!!!

JABEE 認定基準には、(a)「地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養」とか、(b)「技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、及び技術者が社会に対して負っている責任に関する理解(技術者倫理)」とか書かれている。日本では普通(c)、(d)の2つだけが工学専門教育の中身になる。(e)は工学教育で「エンジニアリング・デザイン」といわれる内容で、問題解決のために創造する力の養成。こういう科目はそれまで日本になかった。それから(f)コミュニケーション能力だが、まだその内容もとらえ切れておらず、語学とかプレゼンテーション力とかに流れ勝ちだ。(g)「自主的、継続的に学習する能力」についても、その意味が分かる人は少ないと思う。(h)「与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力」や(i)チームワークの能力は、JABEE 基準に最初入っておらず、後から加えられた。これらの基準を全部クリアしないと技術者になれなかったのがアメリカの標準。日本では(c)、(d) の2つしか完備していなかったわけで、慌てて他を付け加えたという感じ。技術者倫理もアメリカの教科書を翻訳・導入して教え始めた。

JABEE認定基準の要求事項

- (a) 地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養
- (b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、及び技術者が 社会に対して負っている責任に関する理解(技術者倫理)
- (c) 数学及び自然科学に関する知識とそれらを応用する能力
- (d) 当該分野において必要とされる専門的知識とそれらを 応用する能力
- (e) 種々の科学、技術及び情報を活用して望まれる要求を 解決するためのデザイン能力
- (f) 技術業務に必要なコミュニケーションカ
- (g) 自主的、継続的に学習する能力
- (h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力
- (i) チームワークの能力

5

- 2. プロフェッショナル批判への反省無き日本の工学教育と導入された「技術者倫理」 教育の混乱
 - (1) 1960~80 代米国のプロフェッショナル批判

アメリカの場合は技術者倫理という科目を導入するだけの歴史、背景があった。しかし、 日本はそれを導入する動機がまだなかった。アメリカでは歴史的な問題を解決する中で技 術者倫理教育を確立してきたのだが、日本ではそのような歴史的な問題の解決に取り組ん でいなかった。解決前の日本が、解決後のアメリカの成果である技術者倫理教育を導入した ことになる。ここに日本の工学教育・技術者倫理教育の抱える基本的な問題が生じる。

アメリカでは何が解決したのか。1960年代から80年代、アメリカではプロフェッショナル批判が巻き起こったと言われている。文献によるとそう書かれている。

- 2. プロフェッショナル批判への反省無き日本の工学教育と 導入された「技術者倫理」教育の混乱
- (1)1960~80年代米国のプロフェッショナル批判

「彼らは、堤防は作れても、堤防を作るべきか他の手段によるべきかの判断はできない」=無暗に人工物を作り自然破壊する的な、市民社会からの批判

「競争的で創造的なグローバル市場に対応したスキルの欠如、 コミュニケーションカ、チームワークカの乏しさ、 技術的な問題解決への社会的または非技術的な影響を認識 する力の欠如」といった、産業界からの批判

- (2)米国のプロフェッショナル 養成機関(大学)側の 応答 技術者倫理教育の確立
 - ↑ 各エンジニア協会の社会的地位向上の取り組み +社会の各層の知恵

ABET認定基準の見直し(EC2000)1997年承認

→EC2000と技術者倫理教育を日本に導入したが...

例えば、市民の側からは、「彼らは堤防を作ることはできるが、何が環境に良いかを考えない。その能力がない。」「言われたことをやるだけで、やみくもに人工物を作って環境破壊している。」といった批判があったという。

また、経営者側・産業界側からも、「競争的で創造的なグローバル市場に対応したスキルの欠如。コミュニケーション力、チームワーク力の乏しさ。技術的な問題解決への社会的または非技術的な影響を認識する力の欠如」などの批判があった。技術的に問題を正しく解決できるといっても、問題には社会的・非技術的な影響もあるでしょ、それを考えなさいと。社会のことを考えるということは、非技術的なことを考えることなわけだが、自分たちが学んできた工学的専門知識の中だけで正しいと思ったことは、社会の中で必ずしも正しいとは言えないでしょ、と。

アメリカではこれら2つの批判への応答として、技術者倫理教育が確立され、ABET の認定基準 EC2000 が出された。産業界も含めていろんな人が技術者教育について考えた成果だ。この2つの成果を日本に導入したわけだが、それは形であって、アメリカの先進性がどこにあるか、どういう問題をどういう経緯でどう解決するものとして作られた成果なのかなど、その内容や意味に関しては思いが至っていなかった。

(3)EC2000 と技術者倫理教育を導入した日本の反応

日本の工学者たちの反応は非常に素朴だった。工学会でも、「あ、我々は学術団体とは思っていたが、技術者協会の役割もあったのか」という感じだったろう。また、JABEE 認定 基準を満たせば米国並みの技術者教育は達成するものと、単純に考えてもいた。

米国から導入しての形の整備は、実は突貫工事だった。APEC エンジニア制度を作りますと言った 1995 年の APEC 首脳会議で、日本は議長国だったからだ。この国際公約を実現するため、5 年間、まず形の整備に取り組むしかなかった。そして背景にある制度や内容の本質は置き去りにされた。

アメリカがプロフェッショナル批判を受けて整備した形を、プロフェッショナル批判を 受けてこなかった日本が技術者教育や技術者倫理の見本にしたわけだ。それで技術者倫理 教育は重荷を背負うことになったのだが、実際は重荷を重荷として背負わず、内容抜きの形 を実現しようとした。それが日本人だ。それで、哲学者・倫理学者に、「君たち、倫理だか ら出来るでしょ、やってね」となった。

- 2. プロフェッショナル批判への反省無き日本の工学教育と 導入された「技術者倫理」教育の混乱
- (3)EC2000と技術者倫理教育を導入した日本の反応

工学会:「あ、我々には技術者協会の役割もあったのか」

→技術者としての「倫理綱領」の整備

JABEE認定基準を満たせば、米国並技術者教育が実現する(?)

・・・とにかく"形"の整備がまず大事

(APECエンジニアの制度整備という必須の国際公約 ~構想から整備まで5年間という突貫工事)

→結局、米国がプロフェッショナル批判に応えて整備した"形"を、プロフェッショナル批判を受けてこなかった旧態依然の 教育・資格制度のまま、「技術者倫理」のみが明確な変更点として導入された。

1997 年に日本で初めて現在につながる技術者倫理教育を始めたのは、先ほど上田さんから紹介のあった札野順氏。彼は現在も同教育の先頭を走っている。札野氏は人文・社会側の人。金沢工大にいる時にアメリカに技術者倫理の視察に行き、当地では有名な大学で技術者倫理を教えていたことに気づく。そこで出会ったハインツ・ルーゲンビール(Heinz C. Luegenbiehl)氏を招聘し、金沢工大で技術者倫理教育を始めた。

(4)技術者倫理教育への様々なアプローチの併存

当初の技術者倫理教育へのアプローチは、私の見立てでは、技術批判側(非技術者側)の 技術者倫理と技術者側の技術者倫理とに大きく分かれていた。JABEE の基準に沿って言う なら、当時の工学教育は先ほどの(c)と(d)しかやっていなかったので、どうすれば他の能力 を付けられるかのところでアプローチが違ってきたのだ。

その一つの流れは技術批判側の教育で、まだ技術者になっていない学生に科学技術の負の面に焦点を当て、予防倫理を求めがちな流れだ。公害や事故を予防してね、と負の影響への配慮を求めるし、工学だけでなく人文科学的な広い分野への配慮を求める。技術の現場のことは分からないので外部から要求するしかないが、学生にとっては技術者になるのが重荷になり、苦しく、なりたくないという者も出て来る事態が生じた。その反動として現在では技術者倫理の積極的な側面が強調され始めている。

他方、技術者側の技術者倫理は、まだ学生になってない人に、現状の技術者のあり方を正として、こうあるべきだと教える傾向がある。自分たちはある意味で既に倫理的であるという前提で教える。アメリカでもそうなのだが、プロフェッショナル集団の倫理は、他から独立的に判断する者として、真実に基づいてやることを強調する。これは、工学者の正義は技術的な正義であって、広い正義や配慮なんていらないという主張をも含みえるし、プロフェッショナルとしての高い誇りと自覚を強調する倫理を含み得る。この流れの技術者倫理は、

学生の評判は良いが、技術批判への応答(アメリカではそうであった)が、技術の外側への 視点を欠いて、技術の内部に閉じた倫理に変化してしまっているように思われた。

だから、技術批判の流れも、技術者側の流れも、どちらも私はあまり良くないと思う。

2. ブロフェッショナル批判への反省無き日本の工学教育と 導入された「技術者倫理」教育の混乱

- (4)技術者倫理教育への様々なアプローチの併存
 - (様々なセクターの参入:工学者、技術者、哲学・倫理学者、人文・社会学者等)
 - A. 技術批判側(非技術者)の「技術者倫理」
 - まだ技術者になっていない学生に対して、 a. 科学技術の負の側面に焦点を当て、予防倫理を求める
 - b. 広く社会や自然への科学技術の影響への配慮を求め
 - c. 工学だけでなく人文社会系を含む広い教養や配慮の力を求める d. 技術の現場のことはわからないので、あくまで外部の立場からの
 - 要求=規制的な内容に止まらざるを得ない。
 - ・・・・学生には、技術者になることが重たく感じられる。
 - B. 技術側(技術者等)の「技術者倫理」
 - まだ技術者になっていない学生に対して、
 - a. 今の技術と技術者の在り方を正として、その在り方を教え
 - る b. 特にプロフェッショナル 志向の強い倫理の場合、
 - 独立性と真実性への要求を強調する

(5)技術者倫理教育の積極面

そうは言っても、技術者倫理教育が始まったことは積極的に評価できる。

まず、子ども達の視界から問題解決の現場が消えている、という日本社会の状況の問題がある。例えば、学業の中に政治・経済・経営の話は触れちゃいけない、というのが日本の教育現場。政治に触れる発言をすると、学生から「政治はダメ」と批判がくる。利益相反の問題について教えようと、政治家が率先してやっているねと言うと、学生から批判されたりする。また、試験に出るのはすでに定義済みで曖昧さの無い、加工済みの問題だけだが、これは、マニュアルに書いてある通りにやったら一人前に生きていけるという教育であって、問題解決の教育じゃぁない。

そして、作られた表層的なニュース報道の氾濫がある。ニュース報道が悪いのか、表層的な理解が悪いのか。どちらも悪いと思う。作られたゲームの中での遊びで生の自然、生の人間関係から乖離している。学生に「作られ仕込まれたゲームの中で遊んでいても、全然問題解決力に役立たないよね」、と話すと1人くらい反論してくる学生がいる。ひょっとして作られた画一的な学校教育と、それへの信仰があるのかな、と危惧さえする。

更には、10 年前と比べ学生が非常に大人しくなった。大学以前の教育が何かおかしいと感じる。いじめ、自殺、引きこもりの問題とのリンクもあるのではないか。オリンピックなどで活躍した選手の言葉が、支えてくれた人への感謝の言葉から必ず始まるのも、画一的で何かおかしい。つまり生きることがマニュアル化されてきているように感じられる。就職活動で初めて社会人生活との接点に立たされる。就活自殺というのもある。

そんな中で、大学に技術者倫理の科目があることは救いになる。社会生活、人生と結びつ

けて考えなさい、生きる問題の生々しさを直視しなさいと。そしてディスカッションもやる。 議論は学問にとっても基本的なスキル、本当は。ディスカッションなどの教育方法も技術者 倫理の中では重要。私の勝手な感触だが、日本の学会でディスカッションが出来ているとこ ろなんてほとんどないのではないか。発表したら終わりの事なかれ主義なのは、学会の在り 方としておかしい。ディスカッションしてよりよい知恵に高めていくのが学会。そういう方 法も技術者倫理の中で学ぶ。

これらは技術者倫理教育の積極面だ。でもそれよりももっと良くしたいと考えてきた。

- 2. プロフェッショナル批判への反省無き日本の工学教育と 導入された「技術者倫理」教育の混乱
- (5)技術者倫理教育の積極面
 - 1) 子供たちの視界から「問題解決の現場」が消えている日本社会
 - ・学業:政治・経済・経営の現実的な要素を意図的に除外
 - ・教室/試験の問題:既に定義された、曖昧さの無い、加工済みの問題
 - ・コンビニ/自販機/マニュアルに沿った顧客対応
 - ・表層的なニュース報道の氾濫(?)、表層的な理解(?)
 - ・作られたゲームでの遊び(生の自然、生の人間関係からの乖離)
 - ・ひょっとして画一的学校教育の進行(?)←おとなしくなった近年の学生 ・・・・就職活動で初めて社会人生活との接点に立たされる学生の困惑
 - 2)「技術者倫理」・・・学業・学生生活・卒業を、社会人生活に結び つけて考えさせる必修科目
 - ・・・・"生きる生々しさ"、"難しさ"、"生きる上で大切なこと"を伝えられるところに、一番の意味を感じる。
 - ・・・グループディスカッションなどの教育方法も倫理的に生きる力に つながる
- 3.「技術者倫理」で股裂きにあう"技術者"、それに気づいていない全ての関係者(技術者含む)
- (1)「社会構成主義的技術論」と「技術決定論的技術論」

技術批判側と技術者側の2つの流れは、大学院で技術者倫理をきちんと学ぼうと哲学を 紐解いたとき、実は哲学の方がもっと分裂していることに気づいた。「社会構成主義的技術 論」という社会の側が技術を作ってきたという見方と、「技術決定論的技術論」という工学 部の正義のような見方。

前者は技術が社会によって構成されてきたことを強調する。例: 初めイギリスで作られた 自転車というのはおもちゃで、前輪が大きくて後輪が小さく作られ、ブレーキかかると前に つんのめるが、着地の形をいかにかっこよく決めるかが売りだったが、次第に実用的に改良 されてきた。つまり技術が社会の側の要求によって決定されてきた。後者は、社会が技術に よってどんどん秩序づけられ、工学、技術が世の中を作り変えてきた点を強調する。

どちらの見方も正しい面があるが、どちらかが行き過ぎるとおかしくなる。社会構成主義が行き過ぎると、専門性まで過小評価することになる。専門家に「お前ら勝手にやるな」と言うのはいいけど、専門家の専門性まで否定するのは良くない。例えば、生態学者や社会学

者が工学者の中に入ってきて観察し、専門家がある装置を眺めて会話しているのを聞いて も、何故その装置を見てそういう言葉が出てくるかが分からないから、「専門家たちは集団 幻想しているのではないか」みたいな結論を出したりしてしまう。そこまで否定しては重力 波の検出なんてどうやってするのか。根拠付けしている専門性まで否定してはいけない。一 方、技術決定論的技術論は工学部の正義を強調し過ぎてしまう。

両側面が分離したまま。哲学者の中でも未だ分離していて接点がない。だからこれまでの 技術者倫理教育では、この2つの見方のバランスの取り方を教えてくれない。倫理は古代ギ リシャの時代から中庸、真ん中がいいと言われているが、真ん中、最適解をどう見定めれば よいか、その方法や指針を示してくれないまま多様な技術者倫理が蔓延してしまっている。 だから大学院に研究しに行ったわけだ。

しかし、技術者を含め技術者倫理教育者たちは、なぜこの"股裂き問題"に気が付かない のだろうか。そう疑問に思い、考えてみた。

- 3.「技術者倫理」で股裂きにあう"技術者"、 それに気づいていない全ての関係者(技術者含む
- (1) 社会構成主義的技術論」と「技術決定論的技術論」 「社会構成主義的技術論」
 - ・・・技術が社会によって規定されている側面を強調する。 「技術決定論的技術論」
 - ・・・社会が技術によって規定されている側面を強調する。 →どっちの側面もあるので、両者はどちらも正しい面もあるが、 どちらも行き過ぎるとおかしくなる。
 - 「社会構成主義的技術論」の行き過ぎ
 - ・・・技術者等の専門性(専門的判断の範囲)の過小化。 「技術決定論的技術論」
 - ・・・技術者等の専門性(専門的判断の範囲)の過大化。
 - →両側面を分離したままの技術論では、 「技術者倫理」=倫理的な技術者に求められることに 最適解が出せない・・・・・根拠の薄い多様な「技術者倫理」の併存

(2) "股裂き問題"に気づかないのはなぜ?

非技術者、社会構成主義的技術論者はそもそも技術の営みがどういう仕組みなのかを知らない。人はよくわからないものを恐れ、恐れるものは見たくない。だから突き放し、あくまで技術の営みの外側から批判する視点しか持てない。技術決定論側、技術者側は、おそらく逆に社会のことをよく知らない。だから技術の営みの内側の視点しか持てず、外側からの批判に応える視点を持てない。そして、股裂きの当事者である技術者は、股裂きにあることを含め知識がないので、どっちらにもいい顔をしているけど、どっちらにも回答が出せない。そういったことから出した仮説は、人は無知な所には視点が向かないということ、そして、倫理問題の背景にあるのは実は無知ではないか、ということだ。もう一つ、技術の営みがどういうものかについての知識化がなされていないことが、2つのバランスのとり方に答え

が出せない原因になっている可能性だ。技術の営みを知識化すればこの問題を解決できるかもしれない。そう考えて取り組んだのが2012年の最初の教科書だった。

- 3. 「技術者倫理」で股裂きにあう"技術者"、 それに気づいていない全ての関係者(技術者含む
- (2) "股裂き"問題に気づかないのはなぜ?
 - 1)非技術者=「社会構成主義的技術論」側 ・・・たぶん、技術の営みがどういうものか?を知らないから。
 - 2)技術者系=「技術決定論的技術論」側 ・・・たぶん、社会的文脈をよく知らない、理解できないから。
 - 3)技術者・・・"股裂き"にされている当事者 ・・・たぶん、"股裂き"を解消する理論を共有していないから。 →結局、
 - 1) 無知なところには視点が向かないor軽視してしまうから?
- 2) 技術の営みについて、まとまった知識化がなされてないから? →じゃあ、
- 1)無知に倫理問題の原因があるはず←行き過ぎは倫理問題の原因
- 2) 技術の営みがどういうものかを知識化すれば解決するかも 教科書『技術の営みの教養基礎技術の知と倫理』理工図書, 2012.
- 4. 技術者は技術的な解決策を提案実施する分業者
- (1)「外的(目的)合理性」と「内的(方法)合理性」を結合する技術的創造

2つの見方や立場をどう折りあわせるか。我々工学教育がやっているのは、工学的専門知(エンジニアリング・サイエンス)で解決策を工学的に構築するところ。我々には工学的専門家の内部にある合理性でもって方法を作る合理性がある。それを内的(方法)合理性と呼ぶ。それに対して解決すべき問題は社会の側にあるから、解決策の制約条件や解決の目的を正しく認識する力がなくてはいけない。そのような合理性は、工学を受けた者からすると、外側にある合理性と感じる。だから外的(目的)合理性と呼ぶ。その2つの合理性を行ったり来たりして策をぴったり合わせる作業(エンジニアリング・デザイン)が必要になる。

まず問題は外的合理性の側から始まる。ではその問題解決のためにはどうすればいいだろう、と内的合理的に方策を考え、それをまた外的合理性で検証していく。この繰り返しの作業を、実はエンジニアは意識せずにやっている。このエンジニアリング・デザインは、JABEEの中ではデザイン力と書いたが、これは思考錯誤力のことだ。反復的な問題サイクルへの取り組みが創造性につながる。つまり内的合理性でもって外的合理性を得る過程だ。

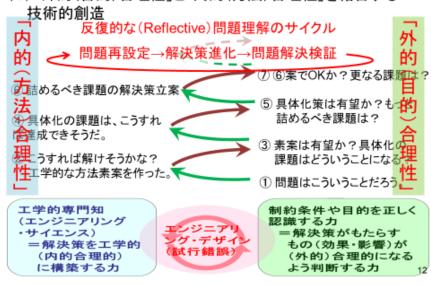
これでもって先の2つの立場を和解させることが出来る。問題は外側にあり、それを解決する方策は内的合理的に構築する。そのような試行錯誤を通じて問題解決する専門家が技術者、と理解すればすっきりする。

ではなぜこの2つをつなげられなかったのか。その理由は、日本の工学教育が工学的専門 知の内的合理性の方ばっかりをやってきたからだ。外的合理性を軽視してきたからそこへ の必要性や配慮が弱くなり、当然のように真ん中のエンジニアリング・デザインのサイクル も軽視されてしまう。だから一方的な工学正義論になってしまう。

それへの批判として社会構成主義があるとしたら、その罪はこちら側 (内的合理性) の方にあることになる。なぜそうなってしまうのか。

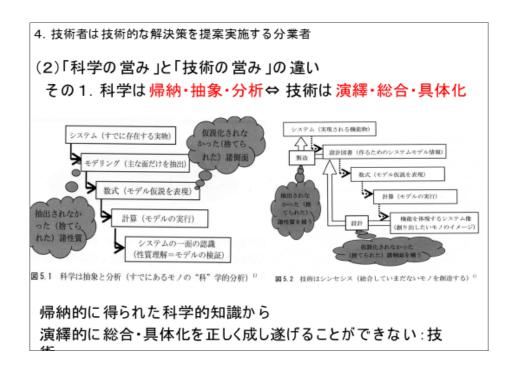
4. 技術者は技術的な解決策を提案実施する分業者

(1)「外的(目的)合理性」と「内的(方法)合理性」を結合する



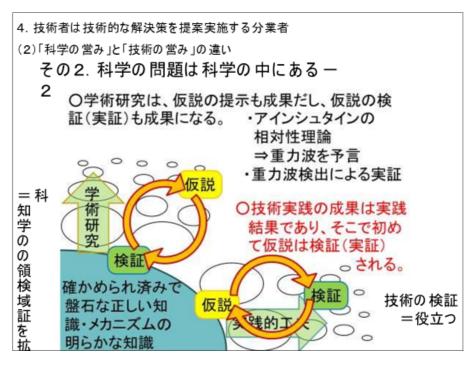
(2)「科学の営み」と「技術の営み」の違い

一つ気になるところで、科学と技術は何が違うのか、というところが勘違いされているの ではないか。科学は帰納・抽象・分析、技術は演繹・総合・具体化。この二つは知の形とし てはサイエンティフィックで同じ形だが、方向が全然違うことの重みに気が付かなくては いけない。科学の方はシステムと書いているが、すでに存在するもののこと。例えば米粒を 例にすると、力学関係をやっている人だと固さとサイズの関係、栄養学やっている人は分析 して栄養を調べる、農学をやっている人は生育環境、分子生化学やっている人はゲノムを見 て調べる、とそれぞれの興味で分析してサンプリングして法則を出す。システムの一面を認 識してこうである、と出すことは出来る。それは確かに正しい知識かもしれないが、全部で はない。その知識が間違っているわけはない、科学だから。それに対して技術の側は、モデ ルの側、知識の側から始める。例えば工学的機械的専門知識の方からある専門装置を組み立 てるが、最終的にその装置が役に立つ物までたどらないといけない。実際に創る過程で、科 学で捨ててきた側面を元に戻しながら作っている。例えば散布図から誤差として捨ててし まったプロットは安全率で補う、とか。物に備わっている感覚的なもの、材料に備わってい る物が補ってくれたり、素材の性質だったり、職人的技で補ったりして、最終的に作り上げ る。全部科学的に出来るわけではないものが総合して作られる。技術は演繹して科学的に答 えが出せるわけではない。



さて、**科学の問題は科学の中にある**。発表による科学・学問の進歩への貢献。学問研究は 自由、フリーでなくてはいけないから、科学研究は研究者コミュニティに任せるしかない。 それを社会の側に任せたら、天動説=○、地動説=×となる。でもそうなってくると、何に利 用するかが定まらないのでスポンサーが必要になる。公的資金が導入される。また学問体系 を発展させるなら、何でも成果になる。研究者倫理で大事なのは公正性と真実性である。

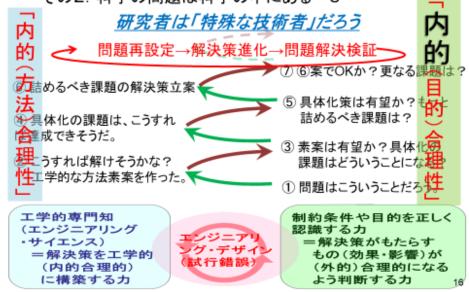
これに対し、**技術の問題は技術の外にある**。他人が利用するモノ・サービスを提供することによって貢献するのが技術。物質的に答えが出るので言い訳無用。技術者というのは暗黙知で生きているのでしゃべるのは商売ではない。依頼主、雇用主の忠実な代理人になるしかない。経済的価値に関係する。物質的製品、物質的行為を通しての倫理的配慮が技術者倫理の中核。その行いが違うから研究者倫理と技術者倫理は全く異なる。



もう少し図解すると、学術研究は仮説の提示も成果だし、仮設の検証(実証)も成果になる。 アインシュタインの相対性理論という仮説を出したのも成果だし、重力波の予言したのも、 観測して確かめたのも、全部科学の進歩と見なされすべて成果になる。羨ましい。ひも理論 とかだって成果になる。

技術側を見ると、どちらも仮説検証だが、技術は実践して使われてその人に役立って初めて成果となる。成果は外に還元されて、初めて仮説は検証される。当然成功した事例として技術の知識体系の側に残る。技術のいい面だが。学術研究の場合は仮説を立てて検証して、自分たちの理論を進められたことの方に価値を見出す。知の領域の拡大。実は工学者というのは学術研究側の世界にいる。その頭で、技術のことをやってもいないのに分かっているふりをして工学部で教えている。それはで工学的理論にしかならない、という構造。逆に言うと、研究者は特殊な技術者。この仮説・検証プロセスが内的であるため、内的合理的問題を内的方法で解決する、というのが特殊。その世界では回るかもしれないが閉じている。それを正義と言うしかないのだろうが、その合理性だけで外的合理性に制約された技術を語る大学は、歪んでいるとしか言えない。

- 4. 技術者は技術的な解決策を提案実施する分業者
- (2)「科学の営み」と「技術の営み」の違い その2. 科学の問題は科学の中にある-3



科学の成果は道具的な汎用知識だが、技術の成果は個別的な実用、製品やサービス

科学者が技術者の役割をする時もあるし、技術者が学会発表するように科学者の役割をする時もある。例 1:スーパーカミオハンデを企画し観測し、科学的成果を得るのは科学者だが、使われた光電子増倍管を開発した浜松フォトニクスの技術者はあくまで技術者。科学者が社会・組織・個人の個別的な問題に意見を述べる時、その行為は技術者だ。例 2:気象予報官は観測時には科学者でも予報を出す時は技術者だ。配慮が必要になるから。今はどちらかだけの立場というのはなくなってきているが、なくなっていないと考える科学者もいる。

- 4. 技術者は技術的な解決策を提案実施する分業者
- (2)「科学の営み」と「技術の営み」の違い

その3. 科学の成果は道具的な汎用知識

- ⇔ 技術の成果は個別的な実用製品・サービス
- ・・・・科学者は技術者の役割を果たす場合がある 技術者が学会発表するのは、科学者的だ。
- ・スーパーカミオカンデを企画し観測し、科学的成果を得る のは 科学者だが、
- ・使われた光電子増倍管を開発した浜松フォトニクスの技術者は、あくまで技術者だ。

科学者が社会・組織・個人の個別的な問題に意見を述べる時、そ の行為は技術者的だ

・気象予報官は、

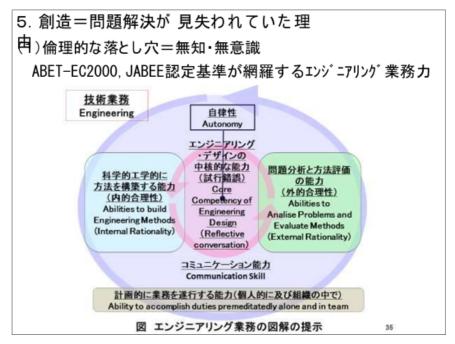
観測時には科学者だが、・・・真実性・公正性が大切 予報を出すときには技術者的だ・・・ 配慮が必要

5. 創造=問題解決が見失われていた理由

(1)倫理的落とし穴=無知・無意識

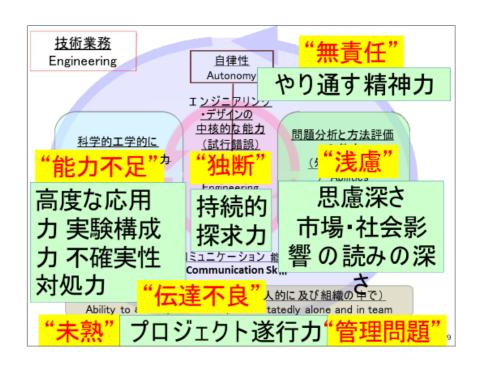
先ほどの二つの立場を統合してしまおう、技術は何をやっているかを示そうとして書いたのがこの図。2015 年に博士号を取った時に書いたもの。この3つ(内的合理性、外的合理性、エンジニアリング・デザイン)はすでに説明したが、内的合理性、外的合理性と書いてあるが方法合理性、目的合理性の方がより正しい。その二つの間をエンジニアリング・デザインで創意工夫して方法を練り上げる能力が要る。この下に計画的業務遂行、チームワークがあり、それ全体はコミュニケーションでつながっていて、真ん中で軸として実行する自律性がないといけない。それが技術業務だと。

これを出した時にすぐに、これってすべての専門業務に当てはまるのでは、と言われた。 人のために自分の専門能力を使ってデザインしてうまく行動する、しかも組織の中でやる、 自律的にやって、コミュニケーションするのでしょと。最初はそうかと思ったが、ここが普 通の業務と違う。科学者はここ(目的が外的合理性の確保に)ではないく内的合理性の確保 の方にある、と後から気づいた。



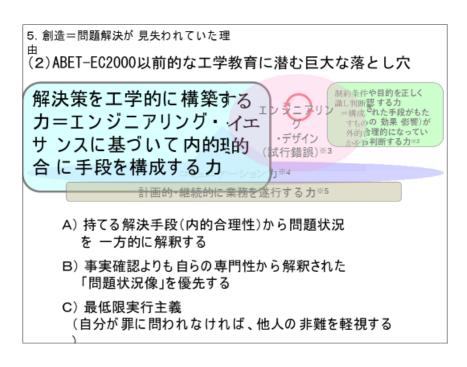
そしてこの内的合理性や外的合理性だけでものごとを考えたり実践したりすると、倫理的落とし穴に陥る。倫理的落とし穴=無知、無意識という話に戻すと、それぞれの部分で色んな倫理的落とし穴がある。科学的工学的知識が足りないと"能力不足"、真ん中を回すのが嫌になると"独断"に陥り、問題分析と方法評価が甘いと"浅慮"となり、自立性が欠けると"無責任"、コミュニケーション力不足で"伝達不良"となり、計画的に出来ないと個人としては"未熟"で組織としては"管理問題"が起きる。

これらの落とし穴を生まないように補ってやれば、それが倫理教育になるではないか。



(2)ABET-EC2000 以前的な工学教育に潜む巨大な落とし穴

大学ではここ(解決策を内的合理的に構成する力)を巨大化して教えている。だから、持てる解決手段から問題状況を一方的に解釈する人間、一方的な視点からのみ正しさを追求する人ばかりが陽性されてしまう。現場に行って、複雑な状況を確認する能力がない。最低限実行主義で、合法的だからいいでしょとなる。学術研究の問題は学術研究の中にあるから、学術研究という実践の中で必要と思われる知識と能力にしか評価能力のない教員が再生産されてきた。その結果が今の大学(工学)教育ではないか、と思う。



5. 創造=問題解決が 見失われていた理

(3)ABET-EC2000以前的な工学教育が継続している理由

解決策を工学的に構築する カーエンジニアリング・イエ サンスに基づいて内的取的 合に手段を構成する力 利約条件や目的を正しく 誠し判断認する力 =構成。された手段がもた すものの 効果 影響)が 外的含理的になってい かを約判断するカ=2 試行錯誤)※3

計画的・継続的に業務を遂行する力※5

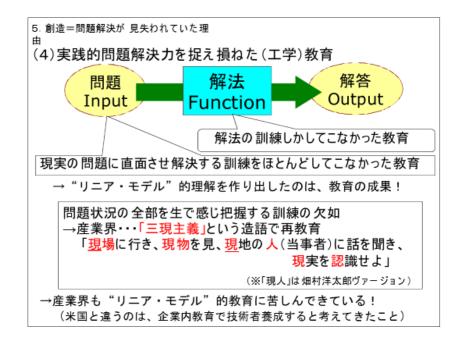
归淡4

「学術研究の問題は、学術研究の中にある」

「学術研究という実践の中で、必要と思われる知識と能力 にしか、評価能力のない教員が再生産されてきた結果が 今の大学(工学)教育(者)ではないだろうか!?

(4) 実践的問題解決力を捉え損ねた工学教育

これまでの教育は、文系の人でも、数学などで問題が与えられたとき、それを解く方法、回答までたどり着く方法をたくさん訓練し教えられてきた。しかし、問題は一体何なのか、直面した現実の問題そのものに取り組む訓練をしてこなかった。その欠如、与えられた問題を解けば答えが出る教育は、リニア・モデルとよく言われるような上流側の研究開発をすれば下流側の実用に至るという考えと似ている。学生から出て来るものはすべてこの一方通行的問題解釈をしている。問題解決者の解決方法が唯一の解となる。産業界もこのモデルに苦しんできたが、三現主義という造語で再教育し、現場主義を貫いて対処してきた。本来は産業界も会社に入った人にJABEE知識体系を学んで来なさいと言えば良かったのだ。しかしそれをやってこなかった。何故なら、そういう実践で働く知についての知識体系がなかったから。



(5)「科学的な認識・思考」も捉え損ねた(工学)教育

もう少し考えると、小学校 3,4年生くらいから「科学的認識の思考力を身に着けなさい」、 というのが学習指導要領に書かれている。「科学的認識・思考」とは何なのか、私自身も考えたことがなかった。技術者倫理を教えようとすると、「知識」、「論理」、「事実」というこの3つをきちんと教えないといけないことに気づく。これが正しい認識構造だよ、と教えている。一つは三現主義。もう一つは、現場主義だけではなく、今ある確かめ済みの知識を使ってもう一度現実を見ること。それを今、君たちは工学教育でやろうとしているよね、と。その二つを論理的に結びつけるから正しい認識、解決策に結びつく。結びつけ方を間違えないようにしようね、と。

三現主義で現実の問題状況をきちんと見ないで、科学的知識に合っていれば正しいと思って進むとファンタジーに堕する。ネット上ではよくあることだ。発信者がある現実に対して何かをつぶやいた。自分の現実に対する自分のイメージ・思いの上に言葉を乗っける。発信者のその言葉には発信者の特定の現実のイメージに対応しているが、他人はその言葉から連想したイメージにつなげて、発信者が全然思っていなかったイメージを乗っけてしまうので、発信者には思わぬ批判が帰ってきて炎上してしまう。自分の現実の中には論理性はあるが、事実の部分が共有されてないため変な話になるわけだ。科学教育を受けた皆さんがそういったことなっている。科学教育とは何なのか。工学教育だけの問題ではない。



(5)「科学的な認識・思考」も捉え損ねた(工学)教育

知識



(1)正しさが確認済みの知識を 持っていること

論理性



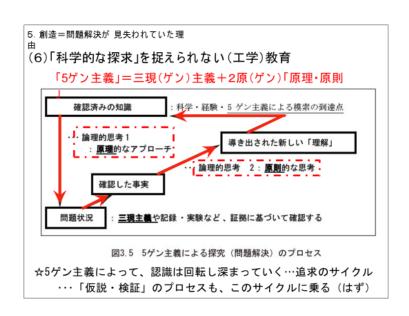
(2)観察事実と保有知識を論理的に正しく結びつけ、理解すること

事実 観察)



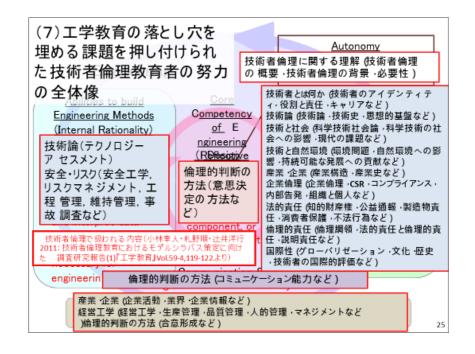
- (3)認識対象を三現主義で観察すること
- →「三現主義=生の問題状況の把握」を捉えずに、 「科学的認識・思考」も、ファンタジーに堕する。 …こう解釈できる、だけでは理解したことにならない。 実証・検証に耐えて初めて"科学的"

最近は三現主義からもう一歩踏み込んで、5 ゲン主義ということを教えている。先ほどの 3 元主義の間をぐるっと回るようにしている。間の論理的思考を、原理的なアプローチと原 則的な思考で結びつけて回す、というもの。現実の問題から仮説・検証のプロセスを行う。 実務者の間では 20、30 年前から言われていたことだ。5 ゲン主義によって認識は回転し、深まっていく。追究のサイクル。「仮説・検証」のプロセスもこの中に入って来るのではないか。問題があって、それをこうじゃないかと仮説を立て検証し、確認して事実がわかり、それをまた認識する。これがずっと回っている。探究というものはそういうもの。三現主義や事実確認が抜けてしまうと、知識のところが宙に浮いてしまい、科学ではなくてファンタジーになる。

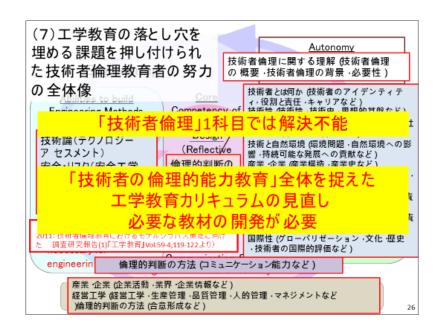


(7) 工学教育の落とし穴を埋める課題を押し付けられた技術者倫理教育者の努力の全体像

工学教育にはすごく大きな倫理的落とし穴がたくさんあることになる。図はエンジニアリングの能力図式の下に ABET の要求事項を書き入れたものだ。ABET は (k) まであるが、JABEE は(j)までしかなく、ABET の省略形でしかない。先ほどの札野さん達らが技術者倫理のモデルシラバスを作ろうと言いだした。それは標準化じゃないのと私は突っ込んだが、そうではないと。要は色んなセクターの人が入ってきて、素人が入ってきた時に使えるようにテキストや資料群を整理しようと。そして現状の技術者倫理のテキストやシラバスを分析してくれた。それをこの図に合わせてまとめてみると、図のすべての領域を覆っていた。コミュニケーション能力、マネージメント、社会、安全、倫理的判断の方法、(資料の最後にのせたセブンステップガイドというのがこれに該当)、責任、倫理など。



逆にショックなのは内的合理性に入るはずの(技術論、安全・リスク)が今までなかったこと。工学は、工学のリスクについて教えていなかったのだ。これはある意味衝撃的だった。ここから明らかになったのは、技術者倫理1科目に、1科目では解決不能なことを押し付けている現状だ。「技術者の倫理的能力教育」全体を踏まえた工学教育カリキュラムの見直しが必要だと言わざるを得ない。



6. 創造過程で間違えない・実害を与えない戦略

(1)「科学技術力のすばらしさ」という言葉で見落とされること

技術ってじゃあ何なの?科学じゃないの?下ははやぶさ2が"りゅうぐう"にタッチダウンした時の実写映像。(日経新聞のページに掲載されていたもの)



この成功を街のインタビューで見ると、「日本の科学技術力のレベルの高さ」で終わって しまう。それでいいのかな、と思う。この言葉で終わるのであれば、この風景は気持ち悪い はず。科学的にドライにやっているはずなのにばか騒ぎするのは何だ?と、何故言わないの か。実はこれは技術で、科学的にドライにやれば成功するという話ではないから喜んでいる。 「科学技術力のすばらしさ、レベルの高さ」という言葉でこのことを理解できるか。じゃあ 技術は何をやっているのか。「失敗最小の戦略」と「実害最小の戦略」をきちんとやっている。これは今までちゃんとやっている技術者は頭の中に入っているが、あえて形式知化されていなかった。単純なことだからこそ無視して間違う人が多かった。

6. 創造過程で間違えない・実害を与えない戦略

(1)「科学技術力のすばらしさ」という言葉で見落とされること

○「失敗最小の戦略」

- ・三現主義→調査→対策立案(5ゲン主義による対策案の精緻化)
- ・実行計画(段取り八分)
- ・保守性(創造しない戦略)
- ・重要性等に応じたサブプロセスの実施方法・検証方法の選択
- ・検証(review、検算、実績との比較、妥当性確認=実際に動かす)

○「実害最小の戦略」

- ・漸進戦略・・・創造の幅を小さく刻む, 適用対象を少しずつ広げる
- 早期対処・原状復帰の原則
- ・2次被害を防止する封鎖原則
- •修復
- ・被害者への謝罪と補償

「失敗最小の戦略」の中身は、一つは三現主義して調査して対策立案していく(5 ゲン主義による対策案の精緻化)。そしてまず実行計画を立てる。それから保守性という戦略=創造しない戦略も大事ということ。例: グーグルカーがアメリカの公道を走り始めたというニュースが流れた時、どんな格好いい車かと思ってテレビを見たらプリウスが走っていた。格好悪いなと思ったが、よく考えたら良い考え。もし自動車と自動制御運転システムの両方を開発していたら、車が変な方向に動いてしまった時どちらが悪いか分からない。プリウスを使っていたから何かあった時に自動運転の方が原因だと分かる。改善型開発はこれを使っている。リスクを少なくしながら新しい機能を高める。

重要性等に応じたサブプロセスの実施方法・検証方法の選択とは、大事なところは慎重に やり、どうでもいいところは後からやってもいいということで、それも当然技術の現場では 行っている。検証、レビュー。妥当性確認は、ロケットの燃焼実験のように実際に動かすこ とで検証する。

「実害最小の戦略」とは、漸進戦略=ちょっとずつ進めばいい、創造の幅を小さく刻む戦略。 適用対象を少しずつ拡げれば間違った時に被害者が少なくなる。

そして早期対処、現状復帰。技術って新しく何かを付け加えているので、現状復帰、止めればいい。傷は浅いうちに対処する。我々のせいじゃないよ、とやっているとどんどん傷は深くなる。二次被害を防止する。被害者への謝罪と補償。被害者の対処も含めてちゃんとしなさいよ、ということ。

技術者はきちんとこういうことをやって積み上げている。はやぶさ2の場合は皆がそれ ぞれ全部をやり切ったというだけ。これはチーム仕事のやりがいであり、醍醐味であって、 「科学力のすばらしさ」だけではない。科学力の一部であるが、それだけではない。工学者 にこれができるか。

面白い話をすると、京大の哲学者で理学教育に関わった人曰く、工学部よりも理学部の人の方がエンジニアリングをやっていると。工学部は技術とかノウハウとか細かい部分ばかりやっていて、プロジェクトはやらない。プロジェクトやっているのは理学部だ、と。スーパーカミオカンデもその一つ、巨大実験科学なので。工学部の人はエンジニアリングをやっていない。

7. 可能性・倫理、無意識の重要性

技術者倫理の授業で取り上げられる有名な事例はチャレンジャー号事故。そこで使っていたのはブースターロケットと呼ばれる燃料ロケット。個体燃料ロケットは左右二つある。それぞれ1つの管ではなく、短い管を継いで長いロケットにし、中に固体燃料を充填している。継ぎ目は0リングというパッキンで密閉している。その継ぎ目から漏れると、すぐ横に液体燃料タンクをあぶってしまって爆発する。ボイジョリーという技術者はロケットを打ちあげた後に、再生利用するために海から回収した使用済み燃料ロケットを検査する人だった。パッキンは二重になっているが、比較的低温(フロリダで約11度)で打ち上げたもので、1つ目のパッキンを超えて2つ目のパッキンまでの間にグリースが焦げて黒くなっているのを発見した。寒いとゴムは固くなりパッキンとしての性能が落ちる。これもっと低温で打ち上げたらやばいよねと、彼は1年間、ブースターロケットの会社内で何とかしよう提案していくが、会社もNASAもほとんど動かなかった。打ち上げの日の朝の予報が氷点下になったので、前日まで打ち上げの延期を主張していた。いいとこまで行った。4人は反対して、1人の経営者だけが賛成したが、最後はひっくり返ってしまった。

(1)結果を知らない立場で「倫理問題」を捉え直す

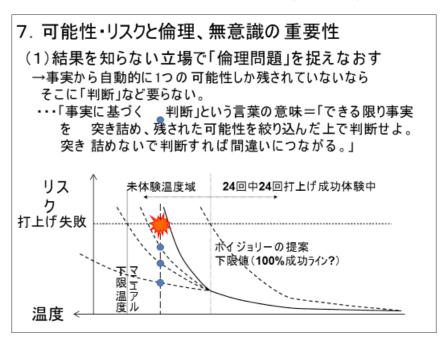
我々は事後に結果としてその逸話を聞くと、経営者が技術者の話を聞かずに利益優先で 愚かな判断をしたように思うことが出来る。しかしこれはそんなに単純な話だろうか。我々 は今、事故が起きたのを知った上で考えている。

ボイジョリーが主張したのは、自らが黒焦げのグリースを発見した時の気温以下では打ち上げるべきではないということだ。しかしこの主張は覆された。なぜか。

実は打ち上げ前日の説得の時点では、この打ち上げが失敗することをまだ知らない。我々は結果を知っているからこの温度は危険だと思うわけだが、ボイジョリーの提案(黒焦げグリース時の温度を打ち上げ可否判定ラインとする提案)が果たして正しいと言えるか。「君はそう言うけど、本当は下3つの点線のラインの可能性もある。なぜなら君がダメという気温の時には実際には打ち上げ成功しているのだから。もし君がそういう線を引いたら、リスクは低くなり成功するはずだ」と言われたら反論できない。

技術者倫理というのは、このような段階、結果がまだわかっていない不確実なだけの段階

で判断しないといけない。結果を知らずに、倫理的問題を捉え直さなくてはいけない。失敗する可能性をどこまで見積もり、そのリスクをどう見極めるか。その能力を身につけなさい、と。結果を知ってから技術者の言う事を信用しろ、とか言ってもダメ。実はあの時、ボイジョリーだけでなく、他の技術者も反対していたかというとあまりそうではなかった。結果を知らない立場で「倫理問題」を捉えなくてはいけない。事実に基づく判断、という意味は、できる限り事実を突き詰め、残された可能性を絞り込んだ上で判断する、ということであって、事実に基づけば100%正しく判断できる、という意味ではない。



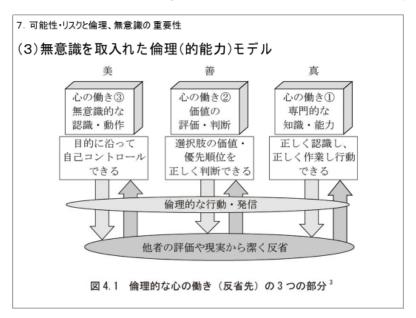
(2) 知識教育とは異なる倫理教育の方法

授業の中で学生に映画「水俣病」をよく見せ、文字にない感覚的理解を促している。ショッキングな映像もあるが、見てディスカッションさせ、倫理的想像力の模擬実験トレーニングをしている。知識ではない、感覚的な理解、想像力のところだ。水俣病を取り上げた時に「再発防止済みの問題じゃないか、学ぶことはない」と仲間の技術士から言われたことがあるが、そうじゃないと思う。福島第一原発事故の倫理的反省は再発防止策が取り入れられたらそれで終わりなのか。新しい基準が作られたら倫理的反省はしなくて良いのか。そして災害は忘れた頃にやってくる。技術的知・科学的知は、無意識的に意識できないと役立たない、ということ。無意識ということを考えると、倫理や教育はもうエンドレスになる。

- 7. 可能性・リスクと倫理、無意識の重要性
- (2)知識教育とは異なる倫理教育の方法
 - ・映画「水俣病」鑑賞→文字にない感覚的理解(三現主義)
 - ・グループディスカッション→効率の良い気づき
 - →倫理的想像力の模擬実践トレーニング
- 問1.「水俣病」は法整備・技術開発・適用によって再発防止済の過去の問題では?
- 問2.福島第一原発事故の倫理的反省は、再発防止策が取られたら"済"か?
- 問3.津波災害→石碑「これより下、住むべからず」で再発防止済 →災害は忘れたころにやってくる
 - ⇒ 技術的知・科学的知は、無意識的に意識できないと役立たない

(3)無意識を取り入れた倫理モデル

下の図は私が考えた倫理的能力モデル。専門家、研究者は右側の真の部分、正しく認識し、正しく作業し、行動できる部分を扱う。善の部分は、価値判断。選択肢の価値・優先順位を正しく判断できること。それを動かしているのは、無意識、目的に沿って自己コントロールできると言ったらいいのか、それが自然に出来ないといけないと言うべきか。本当はそれぞれの心が無意識に判断し、価値判断し、行動するという、(図を左から右に向かう)そういう流れになる。それぞれのところでそれぞれのところを反省する。再発防止は右端。ここで行動がまずかったなというのが最初にあり、じゃあ中央の判断基準がまずかったなと思い、そして左端の感覚的なことをもう一度考え直さないといけないなと反省する。



(4) 意識的な訓練・実践で絶えず無意識化をすることで身に着ける。

無知・無能な無意識として、例えば自転車に乗れない人、技術的な訓練ない人が意識的に訓練して乗れるようになると、無意識にできる能力になって専門的能力を身に着ける。例は悪いが「ながらスマホ」しながらでも(能力的に)乗れるようになる。(「ながらスマホはしちゃ駄目ですよね」との質問に、「この"出来る"は方法合理的な出来るであり、目的合理的な意味での"出来る"ではない」と答える。)また、無知・無能な無意識が無意識的な繰り返しを行うことで、"無謀"が出来てしまう。例:トランプ大統領とだけ言っておく。意識的にできた能力も無意識的な衰えに気が付かないと、無能化に気が付かなくなる。高齢者ドライバーの問題なんかも当てはまる。人間はうまく無意識化することで能力を高めている。意識的に考えて動けばいい。自分たちの無知、無能に注意を払えばいい。

7. 可能性・リスクと倫理、無意識の重要性

- (4)意識的な訓練・実践で、絶えず無意識化=身に着ける
- ◆無知(無能)な無意識 → 意識的な訓練 → 無意識にできる能例)自転車に乗れな 自転車に乗る練習 カい 例)専門的な技術 専門的な勉強・訓練 機械的な作業に近い まくい 人間は、うまく無意識化することで、能力を高めている。 →意識的に考えて動けば、能力を効率的・効果的に高められる
- ◆無知(無能)な無意識→無意識的な繰り返し→ "無謀"ができる
- ◆意識的に付けた能力→ 無意識的な衰え → 無能化に気づかない 倫理的能力=落とし穴にはまらない能力とは、 自分(たち)の無知・無意識・無能に絶えず注意を払う能力 34

(5)組織活動は一人でできないことをする

問題は組織活動の場合。一人では出来ないことをするので、もともと継ぎはぎだらけ、穴だらけのネットワーク。コミュニケーションがとれていなければ真の部分(右端)に穴が空く。立場上の利害が組織の目的を上回れば善の部分(中央)に穴が空く。そもそもの目的や責任範囲を誤れば、美の部分(左端:無意識の部分)に穴が空く。そのような穴を空けない能力が組織には求められている。報連相、コミュニケーション、マネジメントの問題、歪めるものへの対処、集団思考に陥らない、外部意見に耳を貸すなど。

7. 可能性・リスクと倫理、無意識の重要性

(5)組織活動は一人でできないことをする

- ・・・それは、穴だらけ(継ぎ接ぎ)ということ
- ×コミュニケーションがとれていなければ、真の部分に穴が空く
- ×立場上の利害が、組織の目的を上回れば、善の部分に穴が空く
- ×そもそもの目的や責任範囲を誤れば、美の部分に穴が空く
- そのような穴を空けない能力が、組織には求められている。



報・連・相、コミュニケーション マネジメントの問題 歪めるもの (ハラスメン ト等)への 対処 集団思考に陥らない 専門家による"説得"外部 意見に耳を貸事

(6)技術分業の現場で大切なこと

色々な現場に技術者がいてそれぞれに働いているが、組織全体の価値観が分かっていないといけない。どんな価値を提供しているのか。最先端の技術開発を行っている所は製品・サービスだけでなく、知的財産を生み出すという価値もあるかもしれない、チームワークで開発しているところはチームワークそのものに存在価値があるかもしれない。

組織における自分の役割認識も必要。例:検査不正。検査者の意味というのは不良品を外に出さないこと、品質の維持。その役割が損なわれた時に行われるのが検査不正。その損なわれ方は多様。多勢に無勢で損なわれた例として、耐震ダンバー偽装事件がある。あれは一人で検査していた。その人が不正を出すと仲間がやるやり直しに5時間~7時間くらいかかるから、不合格の判定には相当の勇気が要る。経営圧力による無力化の例には、自動車メーカーの不正などがある。これはどう考えても上からの命令で不正をやらされている。集団思考の例もある。昔からこうだからというのに慣れてしまい、自分たちのおかしさに気が付いていない場合だ。

組織の中にいる個人として何が必要か。この2つ(組織全体の価値観、組織における自分の役割認識)は最低限要るだろう。またコミュニケーションをちゃんと取ろうということ。 この3つくらいは必要。

7. 可能性・リスクと倫理、無意識の重要性

(6)技術現場の分業で大切なこと

- ···開発者、基本設計者、詳細設計者、製造者、運転技術者、 維持管理技術者、検査技術者、···、管理技術者、···
 - ☆組織全体の価値観
 - ・・・どのような価値を提供?(製品・サービスだけでなく、)
 - ☆組織における自分の役割認識
 - ・・・自分の役割の組織活動における意味・価値 例)検査不正:検査=不良を外に出さない・品質を維持する その役割が損なわれたことで起こる。
 - ・多勢に無勢:耐震ダンパー成績偽装事件
 - ・経営圧力?による無力化:自動車メーカー不正
 - ・集団思考/検査無効化:神鋼等の検査成績書改ざん
- ☆コミュニケーション(報告・連絡・相談・他)によるチームの連携

8. 組織分業の社会分業への拡張可能性

組織の中での倫理は社会の中での倫理に拡張できるのではないか。社会活動は皆の生活・ 活動で形作られている、という点で組織と社会は似ているからだ。ただ、社会活動はそれぞ れの方向がバラバラ。それぞれ自律された個人によって形成された社会集団であり、一つの 目的に向かって進んでいる企業のような社会集団ではない。ただ、コミュニケーションがう まくいかなければ真の部分に穴が空き、立場上の利害が社会の価値判断を上回れば善の部 分で穴が空く点、各人の責任範囲を誤れば美の部分に穴が空く点は同じ。これは限定的にし ないといけないだろうが、例えば親が子を育てる、とか誰かを介護するとか。そういう所に 穴が空いて倫理問題が起こるという点は同じ。そのような穴を空けない能力が社会構成員 には求められている。我々は非合理的に見えることを批判し、こういうことしないとね、と 課題を出すことはよくできるが、実際にそれを実現できるかは難しい。それを解決する専門 家がいないから。例:18 歳選挙が始まることで、シティズンシップ教育と言われたが、見 事に今は誰も言わなくなった。教えている人達自身が、シティズンシップの内容が分かって いなかったから。"話し合い""議論"、"説得"、"コミュニケーション"のスキルがなくて、 シティズンシップ教育の内容を構築出来るわけがない。また、価値観の多様性、ダイバーシ ティ、高度情報化が言われている時代の中で、それに対応する基本スキル(リテラシー)の 特定すらされていない。工学者だけ責めてもだめで、教育学者は何をやっているのか、とい う例。

- 8. 組織分業の社会分業への拡張可能性
- (1)社会活動は、皆の生活・活動で形作られている
 - ・・・・方向のバラバラな、それぞれに自律的な個人によって 形成された生活・活動の社会集団
 - ×コミュニケー ションがとれなければ、真の部分でうまくいかない
 - ×立場上の利害が、社会の価値観を上回れば、善に穴が空く
 - ×各人の責任範囲を誤れば、美の部分に穴が空く
 - そのような穴を空けない能力が、社会構成員には求められている
 - ※「18歳選挙権」を機に一時期語られた 「シティズンシップ教育」が見事に萎んだ大きな理由の1つは、"話し合う"・"議論"・"説得"・"コミュニケーション"を、 必須の中核的スキルに位置づけられなかったことによるだろ

必須の中核的スキルに位直つけられなかったことによるたろ う。また、価値観の多様性、グローバル化、ダイバーシティ、 高度情

報化の時代に必要となっているはずの基本スキル(リテラシー)が特定されていないことも大きな理由だろう。・・・教育学者の怠慢! 37

(2)変化を工学教育の中から作りだしたい

これは私のライフワーク。必要なのは形式知化、ということで教材開発をした。アクティブラーニングというのは、知恵をもらった学ぶ本人がそれを消化する能動的な学び。「方法論・知識は教えるから、自分で使い方を学んでくれ」という教育方法。これは我々の年代(50代)が学んできたやり方だ。今の若者は大学で学んでいれば社会に出られると思っているが、かつてはそうでなかった。

社会人になるにはこういうことを学んで下さい、今のままでは駄目だよ、と気が付くように教える。「社会人になるために勉強しなくてはならない、そのために大学は何やってくれるか?」と考えられるようになれば、学生自らが積極的に学ぶアクティブラーニングに変えられる。

何故「技術者倫理」は必修で、「安全」は科目すら設定されていないところが多いのか。 大学もアクティブラーニングして、自己変革して下さい。技術者倫理だけ教えても意味がない。アメリカの真似をしただけで止まっている。リスクへの対処法を教える重要性。実験計画とかもリスク対処の内。リスクを教えないで、意思決定・マネジメントも教えられない。マネジメントの基礎というのも絶対必要。PBL(Project Based Learning 又は、Problem Based Learning)という実践的に課題をチームで取り組む、という教育方法がある。これを大学でやらせるのであれば必要なジョブ・マネージメントぐらいは教える必要がある。問題発見のためのシステム思考のようなものも必要となる。この辺りは私自身が整備していく課題でもある。

- 8. 組織分業の社会分業への拡張可能性
- (2)変化を工学教育から作り出したい
 - ☆必要なのは、形式知化=教材開発
 - O) 新教科書『大学の学びガイド 社会人・技術者倫理入門』2018. 大学での学び全体の意味を明らかにし、学生が主体的に 取り組めるよう、課題の全体像を示すのが狙い。 (大学教育全体を主体的なアクティブラーニングに変える。)
 - ☆大学も自己アクティブラーニング(自己変革)したら?!
 - 1)なんで「技術者倫理」が必修で、「安全」は科目すら設定されていないところが多いの?
 - 2)リスクへの対処法…実験計画とかもリスク対処の内。 リスクを教えないで、意思決定・マネジメントも教えられない
 - 3)マネジメント基礎(PBL・チームワークに適用可能な初歩)
 - 4)問題発見のためのシステム思

38

(3) 大学全体・学校教育全体の問題では?

結局大学全体、学校教育全体の問題では、という話になってしまう。何でも民族的特性で 片づけるのは間違い。日本人は、漠然としたイメージで分かったような気になる非科学的態 度が身に付いていて、良くない。国民的(民族的)能力の問題は明らかに国民的(民族的) 能力の敗北。要は能力の問題。

日本の高等教育的のすべてが、日本の現場、三現主義的な原則を忘れているのではないか。 先ほどエンジニアリング・デザインという話をしたが、あれを教科書に書かなくてはいけないと思い、最近日本で出された教科書を見ていた。するとアメリカからの翻訳本が最初に出てきて、その前書きの謝辞に「我々は日本の技術の現場の知恵にたくさん学んできた」とあった。日本の工学者が学んで来なかったことをアメリカ側が学んでいて、それを逆輸入している。研究者が教育者を兼ねるのは、最先端を教育するだけでなく、この社会に必要なスキルを明らかにしながら教育を整備するためにあるはず。たぶん、日本の大学教育は西洋の最新の知識を取り入れ、それを身に着けた学生を卒業させてきた、明治以来のモデルのまま。自分たちで学問をしていないで人の知恵を借りているだけ。日本の大学教育を全否定する話になってしまうのだが。高等教育研究者・機関が知的分業における「知的道具の創出・提供&教育」という役割を実現しないとこの国はどうなってしまうのか。大学は大事だと思っているが再生しないといけないと思う。

- 8. 組織分業の社会分業への拡張可能性
- (3)大学全体・学校教育全体の問題では?

 ☆何でも「民族的特性」で片づけるのは間違い

 国民的(民族的)な能力問題は、明らかな教育的敗北。
 - 1)実は、日本の高等教育研究機関の全てが、 日本の現場、三現主義を忘れているのではないだろうか? 2)研究者が教育者を兼ねるのは、最先端を教育するだけでなく、 この社会に必要なスキルを明らかにしながら教育を整備する ためにあるはず。
 - ⇔たぶん、日本の大学教育は、明治以来の伝統=「西洋の先進的な学説や技術を導入し、それを身に着けた卒業生を送り出す」役割モデルを未だ脱皮していないのだ。
 - 3) 高等教育研究者・機関が、知的分業における「知的道具の創出
 - 提供&教育」という役割を実現しないと、この国は...。

付録1. 軍事技術への研究開発に対して技術者倫理の立場から何が言えるか?

「公衆優先原則」というのが大体の倫理の教科書には書いてある。公衆の安全福利を最優先するということ。公衆をどこまで含めるかと言うことはこれまでも揺れ動いていた。市民階級男子→納税男子→男子→男女→諸差別→LGBTまで。今や優生保護法が違憲だというところまで一応きたが、賠償責任はないというよく分からない判決になった。また、自分と公衆とどちらが優先させるのかという問は最後にいつも残る。問いは、戦争などの時に敵を市民に入れるのかどうかという問題。その判断を技術者個人に任せるのは無理、社会が決めること。「研究倫理なら、研究の自主性・独立性・情報共有を理由に拒否もできるだろう」というのが、防衛研究を大学が拒否する時の倫理的根拠、学術の自治が保障されるべきという点から。技術者は誰かのためにあるものだから、誰かというのは市民なのか、という問題など、絶対的な理由を内部に持たない。

技術者倫理の基本スキルとしてコミュニケーション、交渉があるので、スキルアップによって交渉による問題解決の力を備えた方がいい。ここでの交渉は政治的交渉力のこと。シティズンシップ、議論による政治的意思決定能力を身に付けたり、技術の営みを活用するリテラシーを市民社会が獲得するのも大事。科学技術力のすばらしさ、なんて言葉で終わっていてはいけない。

付録1. 軍事技術の研究開発に対して技術者倫理から 何が言えるか?

1. 技術者倫理で最優先すべき価値: 公衆優先原則 「公衆の安全・健康・福利を最優先すること」

"Hold Paramount Safety, Health, Welfare of the Public."

この「公衆: the Public」をどこまで含めるか?は、これまでも揺れ動いてきた。

市民階級男子→納税男子→男子→男女→諸差別→LGBT→・・・ "敵"を市民に入れるか?問題・・・技術者単独で判断できない。 なので、技術者個人の倫理に任せて何かを託すのは無理。

- 2. 研究倫理なら、研究の自主性・独立性・情報共有を理由に拒否もできるだろうが、技術者倫理の内部には拒絶の理由を持たない。
- 3. 技術者倫理の基本スキルとしてコミュニケーション、交渉がある →スキルアップによって、交渉による問題解決の力を備える
- 4. シティズンシップ→議論による政治的意思決定
- 5. 「技術の営みを活用するリテラシー」を市民社会が獲得する 40

付録2.

7 step guide(一例)

① State problem. (倫理的問題を明確に述べよ)

Check facts. (事実関係を検討せよ)

③ Identify relevant factors.

(関連する要因、条件などを特定せよ)

4 Develop list of options.

(取りうる行動を考案し、リストアップせよ)

(5) Test Options.

(リストアップした案をEthics Testにかけよ)

- ⑥ Make a choice based on steps ①~⑤.(①~⑤の検討結果をもとに、取るべき行為を決定せよ)
- 7 Review steps 1~6.

(そのような倫理的問題に再び陥らないためにどのような 方策を取るべきか、あるいは、問題点の改善策を考える ために、①~⑥のステップを再検討せよ)

4

<質疑応答>

質問1: 高校の物理の教員を長年やっていた者だが、共感する部分がたくさんあった。アメリカで ABET が出来るきっかけになった 60 年代のアメリカのプロフェッショナル批判の背景をもう少し詳しく教えていただきたい。

比屋根:日本でもあった話だが、日本では政府や企業に規制をしろという話で終わった。アメリカの場合はすでにプロフェッショナルというものに依存する社会が出来ていた。地位が確立していたので、お前らちゃんとしろよ、という批判が出る背景があった。制度が異なっていたので、現象が違う形で起きた。私もどういうことが起こったのかははっきりとは分からないが、彼らは無能だ、とか、プロフェッショナルの地位は地に落ちたとか沢山批判が言われた。しかし、彼らに依存する社会が出来ていたので、彼らを変える教育の流れが出来た。ドナルド・A・ショーン(Donald Alan Schön)というアメリカで MIT の教育委員長をしていた教授が書いた、『省察的実践(The Reflective Practitioner)』という本がある。その前書き、前半に書かれていることが自分の論拠。

質問1続:日本の公害運動、左翼運動の論拠として物足りないな、と思っていたのは社会システムの変革まで踏み込んでいかなかった。権力との闘いにおいて、アメリカのように合理的にプロフェッショナルな地位に対してどう変えたらいいのかというところまで踏み込んでいかなかった。だから今の日本の社会状況があると反省点としてある。

上田:顕著な例として、アメリカの60年代~70年代の消費者運動がある。例えばラルフ・ネーダー(Ralph Nader)という人がいて、データを徹底的に使った。まずターゲットとしたの自動車産業の企業。乗用車の欠陥を、データに対してデータで反証するということをした。彼を起点の一人にしての米国の消費者運動は日本では比較にならないほどの莫大な数の市民を巻き込み、消費者運動の雑誌の購買数も数十万部の規模に達している。そういうことも絡んでいる。技術者がプロフェッショナルとして確立しているために、だからこそそこをターゲットとして変えなくてはいけないという意識・背景があったのでは。

質問2:教育科目として技術者倫理があることを今日始めて知った。三つの質問がある。熊本県天草出身で水俣とは対岸にある場所で育った。水俣病が裁かれ始めた時、東京工業大学の清浦という教授が有毒アミン説や、経団連の専務理事が旧軍爆薬投機説を出し、かく乱させたことなどについて技術者倫理の教科書では取り上げているのか。また、テレビ朝日の「白い巨塔」というドラマの中で(原作もそうだが)、主人公の財前五郎という傲慢な医学部教授がミスを犯したにも関わらず、データを改ざんし、口裏を合わせて裁判で無罪になった。そういうリアルな問題は教科書では扱っているのか。最後に、本庶佑という人がノーベ

ル賞を受賞したが、彼の出したブルーバックスの本『ゲノムが語る生命像』(初版 1986 年頃)の中で、福島の原発に関してデータに基づかない感情論が横行したことについて遺憾であると書いてある。公式には国際的機関も 20 ミリシーベルト以下の放射線は人体に有害ではないと言っている、ゲノム型生命像で書いてある。そういったことを既存の科目で扱っているのか。この三つについて扱っていなければぜひ扱っていただきたい。

比屋根: この科目はある意味何でも扱える。どういう文脈で何を言うかによる。水俣病のアミン説、爆薬説に関しては、私の教科書の最初の物には載せている。扱わなくてはいけないという理由はないので、今度のでは扱わないかもしれない。水俣病の場合は、感情的に認めたくないという側面もあるので、学生には、研究室で奇病が発見された時、君の研究室が原因じゃないかと言われた場合どうするかと考えさせる。その時に水俣病は駄目だよね、とかチッソは駄目だよねと言う前に君はどう行動するかというのを問う。

「白い巨塔」の話は、ある意味学生に教えては当たり前だと言われる話、誠実にデータに きちんと向き合わないと意味がない、という話。改ざんの話で言うと、事実とデータの問題。 事実から目を背けた技術者というのは本質的には成り立たない。研究者倫理に立脚している問題。批判された時にどうするか、事実に目を向けるとはどういうことか、を学生に問う。中には世間の騒ぎが収まるまで待つ、という学生もいる。そうじゃないよね、と授業ではそこまで踏み込む。

20 ミリシーベルトの話は自分自身も消化不良なことで書けない。どこをラインにして決めるのかは、本庶さんのように科学的に決まるとしてしまうのは良くない側面もあれば、ゼロにすることは現実的に可能か。かえって数値を上げた方がまだいいのではないかという局面もあるかもしれない。例えば製品を出す時に、サンプル検査より全数検査をすればいいかと言えば、人の手・目で行うことは現実的に難しい。規制をすればそれで安全か、というのは一面的であり、それが逆の不正を生むこともある。色んなことも考えなければいけないのが技術。科学的に明らかであるからそれを言うべきでない、という本庶さんの意見にくみはしないけれど、全員が納得する所に達しなくてはいけないとも思わない。つまり、外的合理的ラインと内的合理的ラインの間のどこかでお互いの最適解を見つけるべき。そのためのコミュニケーションの方が大事。それをどう教えるかは難しい。

意見 1: 私も門外漢であるが、放射線に関しては自然にも存在しているし(ラドン温泉など)、 放射能があることで DNA が傷つけられるという人もいれば、突然変化がなければ人間は進 化しなかったという人もいる。何が有害で無害かは議論が難し過ぎる。技術者がサイクルを 回せばいいというものではない。

上田: その問題は少し置いておき、科学的不確定な部分を含みつつ、技術者として出来ることはあるのか、ないのかということに焦点を絞りたい。

質問3: 科学者でも技術者でも、自分は専門性に立って誠実にやっていると思っていると思っても、微妙な政治的な立場性に立っている場合がある。放射線の基準の話も、水俣病のアミン説も同じで、所謂御用学者と言われる人、市民派と言われる人の問題。それは技術者倫理に沿う話題なのか。

比屋根:今日は話さなかったが、技術者倫理と技術倫理が実はある。技術者倫理というと個人が焦点として捉えられるが、そのレベルを超えている時がある。アミン説の話、福島原発の話は研究者倫理の方が合う話だと思う。水俣病の時に自分の立場があるから反発したいとか、福島原発の時に、原子力村の人達、工学者の人達が安全の全体を分かっていないのに一所懸命に擁護していたのはどうかと思う。研究者としての発言と、利害関係者として発言が曖昧のまま発言していた。それは技術者倫理で扱える問題なのかどうか。発言の仕方の問題。自分はこういう利害関係にある、でもそれを度外視して、研究者としてはこう考える、というのを明確に区別して発言してくれるのであればまだいいのだが。それをせずに、専門家・科学者として客観的に言います、という風に言うので相手としては評価できない。そこは研究者倫理でも技術者倫理でも抜け落ちている部分かもしれない。

意見2:日本人はほとんど組織や会社の倫理として動いている。比屋根さんは個人として発言されている珍しい方。

質問4:比屋根さんは教材開発するのが大事とおっしゃるが、それがなぜ大事かと言うことを聞きたい。今の放射線の問題は、まさにテキストが作られている。本庶佑さんが個人として何を言ってもいいが、1ミリシーベルト、20ミリシーベルトなど放射線に関しては国際放射線防護委員会という核実験の時代からの委員会がその根拠をすべて書いている。自然放射線との区別などは全然難しくなく別に扱うとちゃんと書いてある。ICRP は核実験依頼、専門の科学者が集まって作っていて、個人が作っているのではなく世界の科学者が集まり法令を作ってテキストを書き各国もそれに従っている。ICRP は核兵器の時代には核兵器の推進側にあり、今は原子力の推進という政治的な立場性で動いてはいるが、一応各国政府はそれに従っているのでそれをテキストとしてみればいいのではないか。

比屋根: 教材開発を進めることの意味は、倫理の教材開発ということを超えている、ということを言いたい。技術者倫理にすべて任されているから、広い話題をそれぞれの専門でやっているが、最後に説明したマネジメントや問題解決能力が今の工学教育には抜けているということの教材開発が必要。そういう知識がなければ我々は気が付かない。文系でも理系でも自分の習ってきた専門的知識からは深く見ることが出来るが、自分の知らないことに関しては推測で終わっている。それぞれが違っているという認識。その中で最低限知っておく

べきこと、シティズンシップ教育の話のように現代社会では必要だろうと思うことが抜け落ちている。あの人は知っているはずと思い、お前倫理的にうまくない、という二次的な倫理問題も起きている。それを失くすための、コミュニケーション能力が教育の中でなされていない。教育の中で落としこむためにはどうしても教科書が必要。

質問4続: それを聞くと ICRP 勧告と同じ機能を果たすことを目指している、と思ったのだが、普通はそういうことをやるには学会の中でやるが、聞いた感じでは一人でなさろうとされているように聞こえる。

比屋根: 昨日丁度「大学教育学会」というところで話してきた。「キャリア教育」という部門の中で話した。キャリア教育だけしてお茶を濁すなよ、大学教育全体がキャリア教育でしょ、と話したが、その主張は異端となる。皆を動かそうとしているが、皆が動いてくれないので一人でやっていける部分は一人でやっている。喧嘩を売りに行くが喧嘩にならずに帰ってくるという状態。

質問 5: 技術者倫理教育の中でどこまで入るかという話でプロフェッショナル批判の話をされたが、例えば8ページでは技術者批判側と技術者側の倫理ということで併記されている。 工学という視点だけでなく、人文科学系の視点・配慮も大事というところが指摘されていた。 市民活動的な視点で、今までプロフェッショナルの間だけで決まっていたものを市民の監視の目がデータという目で入っていくということ。そういう広い視点で自分の科学技術と 周辺のところまで考えて、そして判断しないといけないというところまで教科書の中では話されているということか。

比屋根: 授業の中でそこまで全部は教えられないが、示唆する意味では教えている。札野順さんの技術者倫理というのは体系的にはうまく出来ている。人文科学系の教養範囲を広い範囲でカバーされているので、一つの理想像。だが、教え過ぎても学生が消化不良になる。 一科目だけでそれやっても無理だと感じる。

意見・質問 6:3月に科学システム工学専攻の方で卒業した。システム安全工学や生命科学倫理というのを授業で学んだ。講義の感想として、プラント設計・管理をする技術者と実験者レベルの技術者と階層の違いがあるが、そういう人達の労災とか、周辺住民への公害の抑止とかの技術者倫理と、もう少し高いレベルの科学技術を運用する科学技術政策に対する倫理というのが意外に繋がっているのだということを感じた。先ほどまで放射線や水俣病に関する話があったが、研究者倫理と技術者倫理というところの分離が、技術者倫理というのが実際何なのか多くの人に伝わっていない、と感じた。また、33 ページの無意識を取り入れた倫理的モデルというのはどこが出典か。

比屋根: この図は私のオリジナル。この元になっているのがこの上の部分だけ。矢印が付いているのを伊勢田哲治という哲学者、STS 学会なんかにも出てる人が出している。規範倫理と言う。真の部分は功利主義なので、結果から見るもの。善の部分は判断の部分、カントの義務論につながる。美の部分は徳倫理の部分、仁・義の世界。この三つの倫理的モデルは人が何かを判断して、結果を出す、ということに実は対応しているのではないか、と私が新しい教科書で主張しているところ。

質問7: 授業でチャレンジャー号の例や検査不良の例を取り上げ、集団思考の話が出てきて、会社内で実験を繰り返している内に、個人が危険だなと感じていても次第に一般的倫理から外れてしまうということを学んだ。授業ではそれで終わってしまったが、その背景として社員一人一人、個々の感性が大事なのかなと思った。一方、感性を教育しようとすると、一人一人が異なっている場合正しい判断というのが対立してしまうのでは。

質問8: 今の質問に関連して、今、理工系に入って来る子というのは、子どもの頃からゲームばかりしているようなオタク系、コミュニケーション能力の低い子が来る傾向。そういう子達に比屋根さんの授業でどれくらい伝わるのか、反応するのか。或は企業に入社した若い技術者の受け止め方は。

比屋根: 話し方にも問題があるが、実際に色々な大学の授業で何を話しているのかと言うと、 まず君たちはこのままではダメになるよ、ということから始める。落ちこぼれ社会人になる のはエリート大学出身の方が多い。出された問題を文字の中だけで解いて OK にしてしま う。難しい問題を解けた方が偉い、という価値観。難しい問題は解かなくて良いが、間違い の方がダメージが多いのが社会だよ、と。積極的に挑戦しなさい、先生のいうことを聞き、 いい点を取ればいいという世界は終わる、ということまで示す。主体性がどこまであるのか を測るためにセウォル号の沈没事故を学生に救命服着させて疑似体験させる。沈むボード の上で沈むのを待つだけか。機長に従うだけか自分で見に行こうとするのか。従順過ぎるの は良くない。また、新社会人がぶつかる一番の壁は何かという表を見せる。自分の専門の仕 事が一番慣れないのは何故か。自分の仕事の中にも人間関係が入っているから。今は大学の 先生と自分だけの関係だが、人間関係がうまくいかないと社会の中ではうまくいかないよ、 と教える。学問の世界と社会の違いを教える。もう一つ、学生に聞く例として、駐車場の横 に植えられたばかりの木が台風で倒れて周りの車を傷つけた。先生から一万円あげるから 1年以内で何とかしなさいと言われて、どうするかかと聞く。皆は木に支えをする、ロープ で倒れないようにする、などと書く。本当か。まず見に行けよ。根腐れを起こしているかも しれないし、切っちゃえ、ということになった時、記念植樹だったらどうするのか。現場に 行って、何故その木がそこにあるのかを事務部門まで聞きに行かないといけないぞと教え、

危機感を煽る。いかに解決策が一方通行で教えらえてきたか。今の自分が何か、学問の時の 自分と社会人は違うということを認識させる。技術者って何かを知らずに技術者倫理を教 えても仕方ないので。

意見3: 落ちこぼれ社会人なので有り難い話だった。技術者倫理の授業を受けたが、学部生では実感がなかった。院生になってインターンをしてそこで受けて初めて実感した。個人的に某大手化学メーカーでインターンした時に、労災で亡くなった方がいて、ヒアリ・ハットということを皆で共有し、現場を見た時にその時に初めてこういうことを学ぶ意義を感じた。

質問9:科学倫理と技術倫理の違いについて13ページで科学と技術の違いを示されていて、 技術というのが科学的に出来るわけないね、と言われたのがよくわからなかった。何か道 具・製品を作るときに、科学的に欠点を追求しないといけないはずなので、すべらからく科 学的にあるべきだと思ったのですが、言葉の使い方の違いか。

比屋根: そう、科学的という言葉は非常に多義的。科学的方法なのか、科学的知識なのか。 科学的知識だけでは技術は成り立っていない、ということ。暗黙知も含めて技術は成り立っ ているのは確か。科学的にやれば間違わないでしょ、間違わない技術になるでしょと言えば、 究極的には出来ないと私は言いきれると思う。

質問9続:つまり、わかっていて、明確に記述できるものだけを科学と呼んだ時に、書かれて継承されているものだけを使っていても技術にはならないということか。

比屋根: 科学にも暗黙知が含まれている。あまり指摘されないが。実践の中でフラスコの振り方など技術的実践能力、実験のやり方なども含めて、科学的実践能力だと言うならば、技術も科学的と言えるかもしれないが。科学的に突き詰めれば間違わない技術となるかと言えば、そうではない。先ほど言ったように、一回一回検証しながら、慎重に進めて行って初めてうまく行くかもしれないから(実害最小の戦略)、技術はうまく行った時は喜ぶ。全部最初からうまく行くと確信していたら喜ばない。

質問9続: それは不確実性の話では。F1と同じではないかと感じた。F1の人達は車の究極の性能を出そうとしていて、うまくいくかどうか分からない所で行う。はやぶさも同じで、成功の確率の低いものを皆の努力で達成した。不確実性というものが常に何か、技術的なものを実現するときには必ず無数に入る。科学をやっている人達はそれが見えないことがあるよね、という警告なのか。

比屋根:科学にも間違いは当然ある。

質問9続: また混乱してきたが、確実に分かっていて、体系立てることを科学と呼ぶのか。 それは科学と技術を分ける意味がなくなってしまうのでは。科学にも蓋然性はある。違いは グラディエーションでしかないということか。

比屋根: 蓋然性まで含めてしまっていいものか。でもまあそうか、グラデーションかもしれない。

意見4: そういう話をする時は具体例で示されてはどうか。遺伝子組み換えとか原子力の話ではこうだとか。

意見5: 科学技術という言葉が前提にあるが、科学と技術はちがう。美味しいパンを作るのも一種、技術。真・善・美の世界で、科学の立証可能性とか、トマース・クーンとかパラダイムの話とは全然違う。比屋根さんの扱っているものは人間の持つ技術全部だから、科学技術だと思っている人とは扱う範囲が広すぎて議論がずれる。

質問 10:今の話を聞いて、医療技術に関してはどうか。エビデンスベースとかが昨今話題になっているので。皆で議論できるのではないか。

比屋根:その議論には入れればいいのだが。私の能力を超えているかもしれない。

上田:今の医療技術の例で言うと、診断装置のようなものが発明された場合、100 パーセント確定判断できるか。蓋然性の問題が一方にあり、もう一方で医者の判断力(経験知)がある。色々なものが複合されてその技術が有効に使われるということが成立している。技術を生む背景となっている科学技術の知識だけで成立するものではない。

意見6: 科学技術は人間によって生み出され研究しているものなので、改善していくのも人間。現場の医師が無意識のレベルで現場を超えていることはいくらでもあるのではないか。 科学が人間より上だと思っている時点で、比屋根さんの論理が伝わらない。

意見 7: 科学とは何かということが日本では抜けている。科学は言ってみれば仮説の連続。 実証されているのはいくつかのケースで認められたに過ぎない。技術は世の中で使われて 初めて技術となる。日本人は科学が崇高で技術はそれより低いものと見る先入観があるが、 現実にはすべて技術で動いている。科学は論理で整備されたもので、科学者はそういう世界 を前提にしているが、世の中はそうではない。科学の研究というのはほとんど技術を使って いる。科学というのは科学の手法であり、技術との関係をもう一度考え直すと比屋根さんの 論理が分かる。

比屋根: 僕はさっき、科学っていいよね、と言った。間違った案を出してもすべて成果になると。すごいなあ科学はと。技術の場合はそれをやると失敗する。そんなばかなことをして、と言われる。科学ではそういうことは言われない。

意見8: やはり日本的な科学倫理という気がする。比屋根さんの世界はインクリメンタリズムとか言うものはない。その理論の中にはイノベーションとかない。変な科学研究があって、科学者が失敗したりしないとイノベーションは起きない。現場からイノベーションが起きるというのは妄想。イノベーションは市街科学者からだって起きるもの。

比屋根: いや、違う。僕の先ほどの説(五ゲン主義によって回す図)は実はイノベーションの話。ステイーブ・ジョブズはここを使った。世の中の情報インフラ、携帯、コンピューター、電子決済などを見て、ここさえ変えれば、ビジネスモデルさえ作ったら全然違ったものが出来ると、ずっと回した。3 現主義を崩さずに、現実を踏まえながらやったからイノベーションが起きた。これはイノベーションのループでもある。

意見9:比屋根さんの仰ることは理解できなくないが、現実で社会では、リスクがあっても技術を出してしまうのが資本主義の構造。正しいかどうかという理論があるが、リスクがあっても出したものが勝ち。問題が起きたら後でカバーすればいいと。ソフトがバグだらけであっても社会に出してしまうのはそういうアプローチ論。イノベーション論理の飛躍の方法論として社会で認められてしまっている。リスクマネジメントの専門だから言うが、最後は社会が認めているかどうかによる。絶対的な倫理があるわけではない。「実害最小、失敗最小の戦略」というのは、失敗を減らす必要があるかどうかというのはリスクマネジメント論では実は疑いがある。どれだけやっても失敗しないという保障はない。出来るだけ失敗を減らすが、それが見合っているかは社会でどれだけ評価されるか。それも人・組織によって評価の仕方も違う。

意見 10: リスクには長期的リスクか短期的リスクかという問題もある。バグもちょっと後に出したら勝ちと思うかもしれないが、何が失敗かの定義もないので、倫理がどういうものかは教えないといけない。

比屋根: 私のやっていることも、ミスをしちゃいけないと勘違いされるが、ミスをゼロには 出来ないから、実害最小にする。それでも出さないためにはどうすれがいいかを考える。例 えば PC のようなバグを出してリスクを避けるような努力をするものがあるが、航空機では 許されない。どうすればいいか、のような問題を学生に出す。

意見 11: 航空機も絶対にリスクはゼロにはならに。10 のマイナス 6 乗から 7 乗ベースであれば人間はリスクを許容するだろう、という社会的風土があり、リスクがあっても技術は実現されている。20 ミリシーベル、1 ミリシーベルトの話もそうだが、リスクをどう考えるかという、科学技術の話を超えた話。

<まとめ>

上田: 比屋根さんの活動が学会などでまだ受け入れられないという話があったが、その背景にはそれが大変な問題だからだというのがあると思う。日本には小学校から含めて技術者教育というものがない。科学と技術の対比の話があったが、私たちの生活にこれほどまでに浸透しているにも関わらず、その技術がどう生まれ、どう関わっていくかの意識、教育がない。技術に囲まれながら技術に対して考えてこなかった現実がある。大学生になっても技術の現場のことが分からない、という実態。比屋根さんは技術倫理の教科書を出されているが、技術倫理を教える人だけのものでなく、私たちがそれを読み、それを広げ、自分たちで考えていく手がかりにすればいいのではないか。