

技術者入門授業「工業と技術者」における創造技法「ワークデザイン」の導入

葛生 伸*

Introduction of a Creation Method “Work Design” in a Lecture “Industry and Engineers” for Undergraduate Students of the Applied Physics Course

Nobu KUZUU*

(Received February 26, 2010)

Practices in an engineer’s education class “Industry and engineers” for the junior of the Applied Physics course are reported. One of the goals of the class is to nurture the skill to treat the issues that have no unique answer. General knowledge and writing skill for engineers are also introduced. To nurture the skill to treat the answerless issues, we introduced a creation method called the “work design”. The method should be useful to settle the ethical issues, to avoid the misinterpretation between the goal and the means, and to develop the mind to conjecture the benefits of various interested parties.

Keywords: Engineer’s Education, Applied Physics Course, Work Design, Engineering Ethics

1. はじめに

福井大学物理工学科では物理学を中心とする専門教育を行っている。筆者が担当している「熱力学」(2年前期必修)の最初の授業でこの学科を選んだ理由と将来学科で学んだことをどのように活かしたいかをレポート課題として書かせている^[1]。「物理学の工業への応用を学ぶものと期待して入学したのに、物理の基礎ばかりを学んでいる」とか「他の学科と違い、決まった就職先が無い」と書く学生も多い。大部分の学生は卒業生の就職先(業種)や職務内容を知らない。卒業生の多くが技術者になっている実態を考えると、技術者の仕事について学ぶための授業の必要性を感じる。さらに、JABEE 認定基準^[2]によると「技術者倫理」を含む内容の授業が必要となる(表 1)。さらに、「正解の無い問題を解決するためのデザイン能力の育成」も要求されている。以上の背景から平成 17 年度から専門教育科目「工業と技術者」を開講している。その中で「ワークデザイン」とよばれる創造技法を取り入れている。この科目の教育実践を紹介し、実践項目の効果と課題について考察する。さらに、平成 23 年度から開講予定

の授業「創造システムデザイン」における「ワークデザイン教育」の計画とこの本講義との連携について述べる。

2. 授業の目的および概要

「技術者倫理」や、「正解の無い問題を解決するためのデザイン能力の育成」に加えて、将来どのように「技術者として仕事をしていくか」について知識を与える

表 1 JABEE の学習・教育目標^[2]。

- | |
|--|
| (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) 技術が社会および自然に及ぼす影響や効果、およ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、自然科学、情報技術に関する知識とそれらを応用できる能力 |
| (d) 該当する分野の専門技術に関する知識とそれらを応用できる能力 |
| (e) 種々の科学・技術・情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力 |
| (f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議などのコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力 |
| (g) 自主的、継続的に学習できる能力 |
| (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 |

*大学院工学研究科物理工学専攻

*Applied Physics Course, Graduate School of Engineering

ことも重要だと考えた。そこで、

- (1) 技術者の仕事の種類と概要を知る。
- (2) 技術者として必要な「報告」ができる。
- (3) 問題を建設的・発展的に収束する方向で議論ができる。
- (4) 手段と目的を混同せずに業務を遂行できる。
- (5) 倫理観を知識として与えるのではなく、自然な形で倫理的な判断ができるようにするための素養をつける。

などを目差した授業を考えた。これらをふまえて、シラバス¹⁰⁾には以下のような目標を示した。

- (1) 技術者の仕事・役割, 生産活動に関する一般知識を学ぶ。
- (2) 技術者としての倫理観を身につける。
- (3) 制限期間内に自分で学び報告する能力を身につける。
- (4) 技術者として必要な自己学習および報告能力を身につける。
- (5) 討論と発表の方法を学ぶ。

これらのうち, (2)~(5) は JABEE の学習・教育目標 (表 1) と関連している。(2) は JABEE の学習・教育目標 (b) に, (3) は (g), (h) に, (4) は (g) に, (5) は (f) に関連している。

以上の目標達成のため「グループ討論」を取り入れた。さらに, 技術者倫理では「正解の無い課題」に対する「決断」を迫られる。そのための手段として「ワークデザイン」と呼ばれる創造技法を取り入れることにした。

平成 13 年から教育地域科学部伊佐公男教授を代表とするエネルギー環境教育の拠点大学活動^{4),5)}の中で早稲田大学の黒須誠治教授, 中村学園大学吉岡洋一助教授 (現松山大学教授) に講師をお願いして 2泊 3日の合宿を含め 40 時間余りのワークデザインの研修を行った (平成 16 年)。筆者もそれに参加し, 自己学習のために学校教員向けのテキストを試作した⁶⁾。

その時期に開講準備をしていた「工業と技術者」の中にワークデザインの手法の一部を取り入れることにした。ワークデザインを導入することが授業の目的に適っていると考えたからである。授業の詳細を述べる前に「ワークデザイン」について概説する。

3. ワークデザイン

「ワークデザイン」は 1959 年に米国の Nadler によって提唱された創造技法である^{7),8),9),10),11)}。現在, 物流システム設計, 業務効率化, 新製品開発に応用されている。発想法としても注目されている。

図 1 にワークデザインの概要を示す。設定目標レベルを決めるまでの段階 (目標設定段階) と, 解決案の

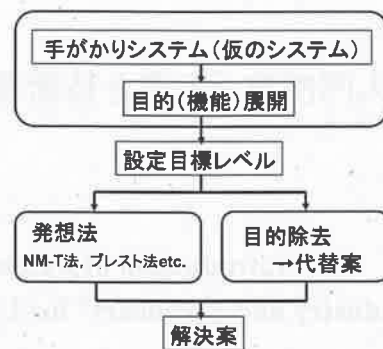


図 1 ワークデザインの概要。

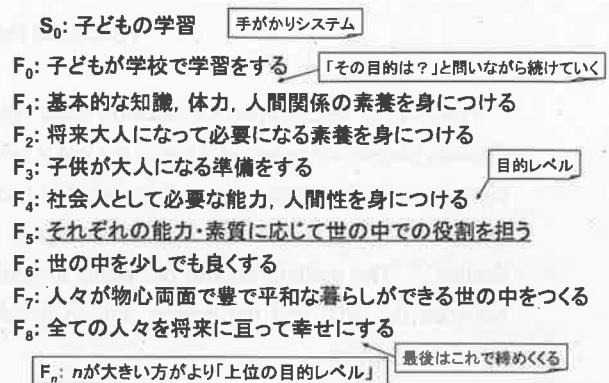


図 2 目的(機能)展開の例。

創出 (システムの設計) をする段階に大別される。前者は, ワークデザインに固有のものである。

ここでは, 目的 (機能) 展開と呼ばれる手法が重要である。先ず, 解決したいと考えているものに関連して「手がかりシステム」とよばれる個別具体的な例を考える。図 2 に目的展開の例を示す。「子どもの学習」を手がかりシステムにした。もっと具体的なものでもよい。「漢字を憶える」でも「九九を憶える」でもよい。手がかりシステムを「～を～する」という表現に直し, F_0 と番号を付ける。この場合は, 「子どもが学校で学習をする」にした。「子どもが学校で学習する目的は?」と自問する。それに対して「～を～する」の形で答えを書く。図 2 の例では, 「 F_1 : 基本的知識, 体力, 人間関係の素養を身につける」とした。このような問いを繰り返していく。最後は, 「全ての人々を将来に亘って幸せにする」で締めくくる。それぞれ, F_n と記したものを目的レベルという。 n の値が大きい程「上位の目的レベル」という。目的展開には, 定まった決まりが無い。グループまたは個人で行うが, そのグループの目的意識によって違う展開が可能である。上位の目的レベルは必ず下位の目的レベルを包含していることが必要である。

$$F_1 \subset F_2 \subset \dots \subset F_f \quad (1)$$

ここで, 添え字の f は最後の目的レベルであることを

示す。目的レベル間はあまり飛びがないようにすることが重要である。

目的展開を行ったら、どの目的レベルを課題解決のための目標にするかを定める。これを「設定目標レベル」という。図2では下線を引いてある。以下設定目標レベルを下線で示すことにする。課題意識の範囲内で、その目的レベルが他のものに変えられないものを選ぶ。そのために、各目的レベルが他のもので置き換えられないかを検討していく。これを「目的（機能）除去と代替案の創出」という。

設定目標レベルが決まったら、システムの設計に入る。設定目標レベルに対してシステムのアウトプット（産出物）を考える。それに対して、インプットを決める。必要に応じて、インプットには、どのような属性を持っているものがあるかを展開していく。これを「インプットの上方展開」という⁸⁾。さらに、システムを「コンポーネントに分解」して、問題解決のためのシステムを構築していく⁸⁾。

4. 授業の内容

4.1 授業の流れとガイダンス

表2に概要を示す。グループ討論5回（口頭発表1回を含む）、講義9回からなる。レポートと試験を1対1の割合で成績評価する。

初回の授業で授業の目的、各回の内容、成績評価方法等を配付資料（シラバスを詳細にしたもの）に基づき説明する。一組5~6名のグループに名列順に割り当てる。10分程度メンバーが話しあい、グループ名を決める。グループの代表が黒板にグループ名を書く。他のグループに知ってもらうためと、同じグループ名がダブらないようにするためである。その後、10分程度で「技術者は何のために仕事をするのか?」というテーマで「ミニッツペーパー」を各自書く。「何のため」と考える習慣を付けさせるためである。ワークデザインを学ぶ前に、その手法を教えずに考えることもねらいである。このように自分で課題を考えることを通じて課題意識を持ったうえで、ワークデザインの「手法」を学ぶようにする。

4.2 グループ討論とレポート

問題解決能力をつけるために、グループ討論とレポートを活用している。

間に講義を挟んでグループ討論を4回行う。グループ討論では、進行役と記録係を決める。全員に提出用と同じワークシート（A3版）を配付する。各自で考えを自由に書き、他のメンバーに示しながらグループでまとめていけるようにしている。目的展開も各自で試みてからグループ全体で相談しながらまとめるように指導する。討論中は机間巡視をする。その際、質問は

表2 授業内容。

1. はじめに：この授業の進め方。技術者とは。製造業の社会的責任と将来の影響を考えることの必要性。Minutes Paper「技術者は何のために仕事をするのか?」を書いて提出。
2. Minutes Paperを紹介、グループ討論、「ワークデザイン」の簡単な紹介。
3. 様々な産業および技術者の仕事：日本および世界の産業。技術者の種類と役割。
4. 「ワークデザイン」の解説と「目的展開」とよばれる手法の練習。
5. 仕事と報告：報告の方法、報告書の意義と書き方。ビジネス文書の書き方。
6. 生産活動と安全・衛生：労働基準法、安全衛生委員会、日常の安全衛生活動。
7. 品質保証と改善：QC活動の歴史。ISO9000シリーズ。
8. グループワーク：安全衛生および品質保証の目的を「目的展開」を用いて考える。
9. 技術者の職務：研究と開発。営業活動と技術者。
10. 鉱工業生産と環境の問題：公害およびその対策。ISO14000シリーズ。（最終レポート出題）
11. 技術者倫理：技術者として起こりうる倫理問題。正解の無い問題の対処方法。
12. グループワーク：技術者倫理の問題に関して討論。
13. グループワークの発表と意見交換。講評：各グループ毎5分程度で発表。
14. まとめ：全体のまとめおよび最終レポートの講評。（最終レポート返却）
15. テスト。

受けるがこちらの考えを押しつけたり、議論の方向性を誘導したりするような発言は控えるようにする。終了後ワークシートを提出させる。その内容のコピー（現在はワープロで打ち直している）にコメントを記した資料を次回配付し講評する。最後のグループ討論の報告は口頭発表としている。

第2回目の授業で「ミニッツペーパー」の内容とその数を記した資料を配付して紹介をする。続いて、次のテーマから一つ選び30分程度グループ討論を行う。

- ① 技術者が自分の能力、技術などを向上させるのは何のため?
- ② 技術者が社会全体をより便利で豊かにするのは何のため?
- ③ 技術者が与えられた目標を達成するのは何のため?
- ④ 消費者が必要とするより良い製品を提供するのは何のため?
- ⑤ 技術の継承をしていくのは何のため?
- ⑥ 技術者が将来の人たちの生活を考えるのは何のため?
- ⑦ 技術者が安全や環境保全について考えるのは何のため?

いずれも「目的展開」を意識して「～は何のため?」という形になっている。討論終了後ワークデザインと目

的展開について配付資料に基づき説明する。さらにレポート課題として、グループ討議と同じテーマで目的展開行う。

第2回授業出題のレポートは翌週の授業開始前に提出、翌々週（第4回授業）に評価、コメントを付して返却する。このとき、目的展開をうまくできる者もいるが、図3(a)に示すように全く目的展開になっていない者も2~3割いる。

提出されたレポートの目的展開の問題点などを全体に説明した上で、ワークデザインについてさらに詳しく説明する。以下の課題で目的展開をグループで行う。

- ① 始業前に職場で危険予知訓練を行う。
- ② 体調が悪い時に会社を休む。
- ③ 誰も気づいて居らず、悪影響がないと考えられる

- F₀: 消費者が必要とするより良い製品を提供する。
 F₁: 消費者が製品を理解しやすく、誰でも利用でき、愛着を持ってもらう。
 F₂: 消費者からの要望・注意などを満たした製品を提供する。
 F₃: 消費者から提示された要望・注意を努力して解決したときに技術者としての達成感を得る。
 F₄: 消費者の喜ぶ製品が技術者としての生きがい、生きた証となる。
 F₅: 技術者としての成功は、企業への貢献となる、企業への成長にもつながる。
 F₆: 技術者・企業の成功は社会的地位・貢献につながる。
 F₇: 製品の発達は、安全性、信頼性などのサービスも消費者に提供することにより、様々な消費者商品から間接的影響を受ける利害関係者を満足させる。
 F₈: 利害関係者の満足はさらなる製品への探究心を技術者に起こさせる。
 F₉: さらなる製品の発展はいつしか社会の発展につながる。
 F₁₀: 人々が豊かで平和な世の中ができる。
 F₁₁: 未来に亘って人々を幸せにする。

(a) 目的展開になっていない。事象の流れになっている。(第2回出題レポート [個人])

- F₀: 実験室内での飲食物持ち込みを禁止する。
 F₁: 体内に異物混入の危険が少なくなり、実験に集中できる。
 F₂: 実験効率がよくなり、時間に余裕をもてる。
 F₃: 既存の製品にあてる時間が増え、欠陥がすくなくなり、安全性を向上できる。
 F₄: より良い製品をつくる。
 F₅: 会社が利益をあげる。
 F₆: 社員の給料が上がり、消費が活性され、景気よくなる。
 F₇: こころも豊かになり、犯罪が減り、治安がよくなる。
 F₈: 人々の往来が激しくなり、異文化交流がさかんになり、相互理解を深める。
 F₉: 他国の人でも相手を思いやり、平和になる。
 F₁₀: 全ての人々が幸せになる。

(b) 内容は目的展開になっているが、「～を～する」の形になっていない。(第4回授業)

図3 目的展開が不適切な例。

ケアレスミスを上司に相談する。

- ④ 発売前日に気づいた商品の欠陥を上司に報告する。

これらの課題は「何のためにするのか」を深く考えさせるためのものである。最初、各自で目的展開を行い、それを元にグループの答えをまとめる。

目的展開の手法を習得するために次のようにしている。まずレポートを書くために1人で考える。さらに、グループ討論のときも、最初は1人で考える。それをふまえて、グループで意見を交換しながら目的展開をまとめる。これを行うと、目的展開がかなりできるようになってくる。各自がすでに良く考えた上で、意見を出し合うからである。目的展開について理解が不十分だったり、誤解していたりしていた人も、意見交換

- F₀: 専業主婦を家電メーカーの企画担当職員として採用する。
 F₁: 普段、一番家電製品を使っている主婦層に開発に参加してもらう。
 F₂: 開発者では気付かない利点、欠点を主婦に聞く。
 F₃: 消費者のニーズを知る。
 F₄: 消費者のニーズに合った商品を作る。
 F₅: 消費者のニーズにあった商品を世に送り出す。
 F₆: 企業の質を向上させる。
 F₇: 世の中のニーズに更に対応できるようにする。
 F₈: 心身ともに豊かで環境に配慮した世の中を作る。
 F₉: 全ての人々を将来に亘って幸せにする。

(a) 例1 (第8回授業)

- F₀: 勤務時間を厳格に管理し、それ以外の時間仕事をさせない。
 F₁: 仕事以外の時間にゆとりをもった生活を送る。
 F₂: 私生活が充実し、仕事以外のことに興味を持たせる。
 F₃: 仕事以外のことに興味を持つことによって、より広い視野で物事を発想できるようにする。
 F₄: 効率のよい仕事ができるため、コスト削減をする。
 F₅: よりよい設備がととのえられ、消費者に喜ばれる仕事を作る。
 F₆: 消費者が快適な生活を送る。
 F₇: 全ての人々を将来に亘って幸せにする。

(b) 例2 (第8回授業)

- F₀: 計画的に年次休暇を取らせる。
 F₁: 自分の時間を取らせる。
 F₂: 心身ともに余裕を持たせ、心機一転させる。
 F₃: 安定した仕事をできるような環境をつくる。
 F₄: よりよい製品を生み出す。
 F₅: 消費者が満足するような製品を送り出す。
 F₆: 消費者の生活を快適にする。
 F₇: 心身ともにゆとりを持ち、平和な世の中を作る。
 F₈: 全ての人々を将来に亘って幸せにする。

(c) 例3 (第8回授業)

図4 目的展開での良い例。いずれも第8回授業でのグループワークの結果。アンダーラインは設定目標レベル。

することによって修正できる。図3(b)に示すように、まだ不十分なものも多い。「～を～する」など所定の表現になっていないものもある。しかし、多くは目的展開の流れになってくる。この段階では、設定目標レベルを書き忘れるものも多い。

その後3回の講義をはさんで8回目の授業で再びグループ討論を行う。次の課題の中から手がかりシステムを一つ選ぶ。

- ① 特定作業者の健康診断を行う。
- ② 勤務時間を厳格に管理し、それ以外の時間仕事をさせない。
- ③ 計画的に年次休暇を取らせる。
- ④ 専業主婦を家電メーカーの企画担当の職員として採用する。
- ⑤ 労働災害の被災者を労働安全衛生担当者にする。

それぞれに対して、「設定目標レベル」を達成するための制度、方法、システムなどの提案を考えさせている。この段階で、図4に例示するようにほとんどのグループで目的展開ができるようになってきている。それに先立ち、6回目と7回目の授業で「品質保証」と「安全衛生」に関する講義を行っている。

さらに12回目に技術者倫理に関する討論を行う。これに先立ち、環境問題や技術者倫理の基本的な考え方を講義する。グループ討論の少なくとも2週間以上前に最終レポートを出題して、技術者倫理のことを考える準備をする。

最終レポートの課題では筆者が企業で経験した事例に対して、事故の原因、安全対策・安全管理の問題点、事故時の対処の適切性、事故の予防対策などを考える。考察の過程で、目的展開も課している。この段階でも、1割程度は目的展開として内容が不十分、2割程度は一応目的展開になっているが表現が不適切である。

講義による知識の付与とレポートによる各自の思考体験後、グループ討論を行う。事例集^[12]から「フォード社のピント」¹⁾をテーマとして討論させている。そのとき、コストをかけて欠陥車の改善を行うべきかどうかを「消費者や事故に関係する可能性がある全ての利害関係者」および「長い目で見た企業の利益」の立場に対してそれぞれ目的展開する。それをもとに当面の対策、今後の防止策、同様の事象が出た場合の予防システムを考える。13回目の授業でその結果を口頭発表する。発表時間5分、質疑応答2分である。A4版の用紙に書いた資料を、実物投影機でスクリーンに投影する。コメントは簡単なものにとどめ、詳しい講評は最終回に行う。

4.3 講義とその位置づけ

グループ討議とともに講義を行っている(表2)。3回目の授業で「さまざまな産業と技術者の仕事」を説

明する。その前にミニッツペーパーとグループ討議で「技術者は何のために仕事をするのか」を考えておく。さらに、知識を与えたあと、再びグループで考える。

考える事と知識を得ることを交互に行っているのは、応用力や創造力を付けるためには、そのような学習が有効だと考えているからである。すなわち、

- (1) とりあえず自分なりに考えてみる。
- (2) 情報や知識を得る。
- (3) その情報・知識を自分で考えたことと比較する。
- (4) 得られた知識を加えて自分なりに考える。

小学校のころから、学校の授業で何が説明されるかを予想して、それが正しいかどうか確認しながら学習してきたという経験がある人も多いだろう。そのような経験がない人もいるかもしれない。本授業で上記のやり方を導入したのは、多くの人がそのような学習ができるようになって欲しいと思ったからである。

その後「仕事と報告」(5回目)、安全衛生(第6回)、品質保証(第7回)、技術者の職務(第9回)、鉱工業生産と環境の問題(第10回)、技術者倫理(第11回)の講義を行っている。

8回目、12回目のグループワークではいきなり講義で知識を与えてから討論をする。予備知識なしに個人で考え、それを元にグループで討論して自分なりにイメージを持った後に知識を与え、再び個人で考えてから討論するということを繰り返すことが理想だと思っている。しかし、時間の制約からやむを得ずグループ討論前にいきなり予備知識を与えている。

4.4 ビジネス文書作成指導

5回目の授業「仕事と報告」では、報告書などのビジネス文書執筆の重要性と具体的な書き方を学ぶ。筆者の企業勤務経験を踏まえて、報告書執筆の重要性を強調している。報告書の機能(目的)は業務の成果の上司・同僚への伝達、後日のための記録だけではない。「想定読者」に理解してもらうように意識して書くことにより、自分自身の理解の確認や理解を深めることにつながる。このことは、自己学習能力の向上にも資するものと考えている^{[11][13]}。

講義のあと、レポート課題として「社内の親睦行事の案内」、「社内での講演会の案内」、「社外への依頼状」、「社内の報告書」、「社外への報告書」、「送り状」などを具体的に書かせている。提出後添削・コメントして、好ましい文例とともに提出日の翌週返却している。

書く事による自己学習能力の育成は、大学教育の中で非常に大切であると考え、他の専門教育^[1]や共通教育^[13]の授業でも実践している。これらの授業では、最初の時間に「レポートの書き方、注意点」については詳しい配付して説明するとともに、提出されたレポートは添削、コメントを記したものに解答例を付けて返

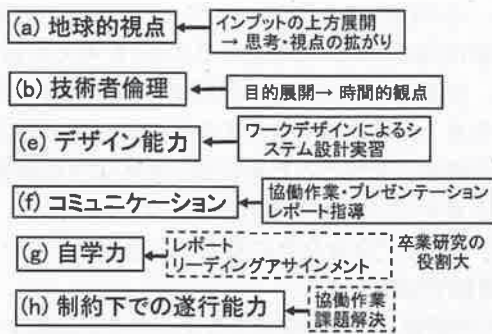


図5 JABEEの学習・教育目標達成のためのワークデザインの適用。

却している。

文書の指導のもう一つの目的は、社会人になってから報告書をスムーズに書けるようにすることである。新入社員にとって「報告書」を書くことは楽ではない。筆者自身も含めて、新入社員が最初、報告書がなかなか書けずに苦労しているのを目にしてきた。報告書をマメに書くと、時間を取られるように思われる。しかし、現在「何のため何をやっているのか」、「何が分かって、何が分からないのか」、「そのために何をやる必要があるのか」が明確になる。それによって、仕事の方向付けができる。忙しいときに書くのは大変なようだが、忙しい時ほど、方向性が見えにくくなるので必要性は高い。慣れればA4版1枚であれば10分程度で書けるようになる。これまで、報告書を執筆することにより仕事の効率が上がることを体験してきた。現在でも、ことある毎に報告書を書くように心がけている。

以上のような体験から、報告書の書き方を練習することにより、新入社員にとっての最初の敷居を低くしておくことが社会人になってからのスタートをスムーズに切るために有用であると考えている。

4.5 テスト

テストは、「技術者倫理の事例に対する考察」および「目的展開」を中心に出题している。基礎知識を問う問題は一切出题していない。知識を試すことも大切かもしれないが、細かい知識は必要な時にまた調べればよい。細かいことは覚えていなくても、必要になったとき、何か聞いたことがあるなど思うだけでも、心理的に敷居が低く学び易くなる。大学生として当然持っているはずの常識と思考力があればできる問題が中心である。したがって、レポートを提出さえしていれば、ほとんどの人が試験にも合格している。目的展開についてはグループワークの時と違って、不完全な者もいる。しかし、8割程度の学生はある程度できるようになっている。

5 本授業の意義と課題

5.1 JABEEの学習・教育目標とワークデザイン

図5にJABEEの学習教育目標(表1)達成のためにワークデザインがどのように寄与できるかを示す。学習・教育目標の(a)「地球的視点から多面的に考える」に対しては、「インプットの上方展開」により、考えている対象に対する想像力、視点を広げて行くことができる。(b)「技術者倫理」に対しては、目的展開によって、その真の目的を突き詰めて考えていくことにより、解決の手がかりが得られる。(f)「コミュニケーション能力」の育成にはグループワークおよびその結果の発表が有効になる。グループワークはワークデザインである必要はない。

本来ワークデザインはシステムを設計するための技法である。そのため、(e)「デザイン能力」を育成するためにも有効な手段である。しかし、半期2単位の「工業と技術者」の中では目的展開を中心とした考え方の習得が基本とならざるを得ない。(g)「自己学習能力」については通常の授業でレポートやリーディングアサインメントなども有効である。(h)「制約条件下での遂行能力」については主に卒業研究に依存することになるであろう。いずれにしてもワークデザインの手法を学ぶことがJABEEの学習・教育目標のいくつかの項目を達成するために有用であると考えている。

5.2 ワークデザインの習得

ワークデザインは大変魅力的な技法であるが、その教育には80~100時間必要であることが書いてある書物もある^[10]。そのため、本授業のように、レポート課題も含めて数時間の練習では習得は不可能だと思われる。そのため、授業では教育内容をワークデザインでの心臓部である目的(機能)展開の習得に絞っている。筆者がワークデザインの講習を受けたとき、現職の小中学校教員やエネルギー産業の関係者が参加していた。それらの人たちの多くはあまり習得できなかった。総計40時間あまりと本授業に比べて長い時間研修を受けたにもかかわらず、目的展開も十分にできない者も多かった。一方、学生の方が習得できているように感じた。実際、教育学研究科の大学院生の1人はワークデザインを「エネルギー環境教育の目的の明確化とそれを達成するシステムの構築」に応用し修士論文とした^[14]。

本授業準備のため、工学部学生3名を対象にほとんどそのままの授業を行った。そこでも、学生にとって目的展開を習得することはそれほど困難ではないことがわかった。以上の経験をもとに「工業と技術者」でのワークデザイン導入に踏み切った。

8回目のグループ討議まで、レポート課題を含めて3回、目的展開の練習をする。この段階で図4に示すように、グループでやれば目的展開がほぼできるようになった。最初のうちは、誤解している者もいる。目的

展開ではなく事象の流れや手順を示しているものも見られる(図3(a)).部分的に目的展開になっていないものもある.中には,さらに設定目標レベルになるような内容を手がかりシステムにしている者もいた.それが,グループで目的展開をすると改善されてくる.グループワークでは目的展開を理解していない人や誤解している人に,理解している人が注意をするからであろう.1人で考えることと,グループで考えることを交互にすることが有効である.交互にやることはワークデザインの習得のために有効であるばかりではない.1人で考えることが得意な人,グループで考えることに向いている人,両方できる人がいる.そこで,できるだけ多くの人が物事を習得できるようにするためには,個人とグループワークを交互に行うことは有効だと考えている.

ワークデザインの指導をはじめて受けたときに,なかなか習得できない人も多いといわれた.実際,筆者が研修を受け研修でも学校の教員やエネルギー産業などの社会人にはなかなか習得できないように感じた.それに対して,学生の方が習得しやすいように感じた.全ては無理にしても,7~8割の学生が目的展開をできるようになる.学生は社会人に比べて社会経験が少ないため,先入観にとらわれていないことが理由の一つだと考えている.

5.3 「目的展開」で個人や組織の将来を考える

「目的展開」はワークデザインに固有で中心となる技法である.目的展開によって「理想的な目標」を設定する.この手法は「理想的なシステム」を設計するための有効な道具であるとともに,「目的と手段を取り違えない」ための手法としても有効である^[6].個別具体的な事項(手がかりシステム)から出発してそれを「何のため」に行うのかを突き詰めていく.例えば,自分は何のために進学するのかを考えないで大学に進学すると,入学したとたんに目的を失ってしまう人がいる.このような時,目的展開によって目的を明確にしておくといふ.高校での進路指導に役立つと思うが,先に述べたように多くの教員がこの技法を身につけることは現状では難しい.エネルギー環境教育の研究会で,学校教員に参加してもらったのは,学校でそのような教育を導入することをもくろんだからである.しかし,受講者の習得状況を見て,現段階での導入は断念した.学校教育現場に普及させる前に,多くの人がワークデザインを習得できるような教育方法の開発が必要である.

最初にワークデザインの研修をうけたとき,企業勤務の人が目的展開をすると「収益を上げる」を目標としてそこでとまってしまふことが指摘された.企業は収益を上げないとその企業の社会的責任を果たすこと

もできない.そのため,絶対必要なことである.しかし,収益を上げることだけを目的とすると,その企業固有の存在価値は何かを見失ってしまう.固有の存在価値を認識していない企業が長く存在することは難しいだろう.ちょうど,志望校に合格することだけが目的化した受験生が,志望校に合格すると目標を失ってしまうのに似ている.学生に目的展開をさせても「収益を上げる」とか「利益を上げる」という目的レベルを書く場合が多い.しかし,それから先,収益を利用して「安定した生産」や「将来への投資」を行い,それを元手にして「本業を通じた社会への貢献」を考えろという流れの目的展開をする.したがって,「収益を上げたあとどのような事をして,社会に還元するか」を考えればまったく問題ない.むしろ,積極的にそう考えるべきかもしれない.学生が「収益を上げる」ということの先に行けるのは,次節で述べるように,最終の目的レベルを「全ての人々を将来に亘って幸せにする」に設定させていることも一つの原因だろう.

5.4 技術者倫理とワークデザイン

最終の目的レベルを「全ての人々を将来に亘って幸せにする」または同等の内容に設定することには,次のような効果があるものと考えている.

- (1) 自分たちだけではなくより広い意味での,利害関係者の利益を考える習慣をつける.
- (2) 多くの人のことに気を配ることが大切であることに気づかせる.

これらは技術者倫理を考える上でも大切なことである.目的展開をすることを通じて,自然に最大多数の幸福という意識を身につける.これは,倫理学の三理論「徳倫理学」,「義務倫理学」,「功利主義」のうち,功利主義に相当する^[15].世の中にはいろいろなタイプの人がある.倫理的に決断をすることが要求される場面で,どのように決断するか非常に大切であるが,全ての人々がそのような能力を伸ばすことができるかどうか疑問である.目的展開を習得することによって,かなり多くの人が他人からの押しつけではなく,自然に自分で納得する形で功利主義の倫理感が身につくものと期待している.判断に迷ったときに,目的展開を行い「何のために人は仕事をしているのか?何のために企業が存在しているのか?」と考えることにより,方向性が見つかるのではないかと考えている.

5.5 「ワークデザイン教育」開発・発展のために

以上述べたように,ワークデザインの中心的な技法である目的展開を授業で取り入れることは「目的と手段を取り違えず」に「倫理的」に仕事をしていく能力を磨く上で有用であると考えている.「ああした方がよい」,「こうした方がよい」と他人から言われたことは,

理屈では分かっていても実行しにくい。一方、自分で考え、気づいたことは実行しやすい。そこで、「目的展開的な発想」によって「本当は何のためにやっているのか」納得したことに対しては実行できる可能性が高い。そのため、目的展開的な発想を社会に広めることは有益であると考えている。

習得には数 10~100 時間近くの教育が必要とされているワークデザインを限られた時間の大学の授業の中で習得することには限界がある。それでも「何のため」と考えることが大切だということに気づくだけでも有益と考え「工業と技術者」の中に導入した。

平成 21 年度に福井大学工学部は「学士力涵養の礎となる初年次教育の充実」で文部科学省の平成 21 年度「大学教育推進プログラム」(GP) に採択された。この中で、問題設定解決型の授業を設けることが謳われている。そのための科目の一つとして理工学学科では 2 年次前期必修科目「創造システムデザイン」(2 単位)を開講し、筆者が担当する予定である。開講は平成 22 年度入学生が 2 年生になる平成 23 年度からである。開講準備のため、平成 22 年度のみ選択科目として試行する。授業設計そのものにワークデザインの手法を用いている。初年度のシラバスは福井大学のホームページに公開される予定である。以下の点に留意して授業設計をした。

- (1) 最初にグループ毎に課題を決める。それによって 4 ヶ月余りの授業期間を通じて一つの課題を考え続ける。
 - (2) 具体的な課題解決をイメージしながら技法を習得する。
 - (3) あらかじめ自分なりに考えてからワークデザインなどの技法を学ぶ。
 - (4) 課題に対しては自分なりにある程度考え、おおよそのビジョンを持った後に、文献調査を行う。
 - (5) 文献調査結果を自分なりの考えと照らし合わせて報告する。
 - (6) 課題としては長期的、全世界的な視点に立って考える必要のあるものを多数用意し、その中から選ばせる。
 - (7) これまで学習過程で「ものの考え方」や「学び方」についてどのように考え、どのように身につけて来たかについて調査をする。
- (6) に示す課題設定については、単に製品開発などとどまらず、社会システムを考えるような課題を考えている。さまざまな制約条件を考慮し、できるだけ多くの人たちへの影響を考え、人間の心理的なことにも配慮することを要求するような課題にしたいと考えている。その理由は二つある。
- (a) 「製品開発」をテーマにしても、学生は十分な経験が少ない。そこで、専門技術に対する経験

や知識を要求するテーマは避けたい。

- (b) 学生は社会的・職業的経験や知識、先入観が少ない。そのため、将来の社会全体をデザインするような斬新なアイデアがでてくる可能性もある。

現在 40 近くの課題案を考えている。一例をあげると

『未来の交通システム』

屋間の工場やオフィスの駐車場では、通勤用の自動車が使われずにおかれている。大きな駅のタクシー乗り場では、多くのタクシーが客待ちをしている。このような状態は、いろいろな意味で非常に無駄のように思われる。最近では、カーシェアリングなどの試みも始まっている。しかし充分とは言えない。公共交通機関の利用は、都会では便利であるが地方では待ち時間が長いなど必ずしも便利とは言えない。このような、問題を解決して、世の中にある資源を有効に利用しつつ、便利で、低料金で行きたいところに、できるだけ待ち時間なくいけるようなシステムを考えよ。但し、事業者の利益は確保するとともに、人々の雇用を充分確保できるようなシステムであること。さらに、資源枯渇問題や二酸化炭素排出などの環境問題にも配慮すること。』

以上のような授業実践をしながら、「創造性の育成方法」について経験を積んでいきたい。

(7) の「もの考え方、学び方」の調査は個人的には非常に重要であると考えており、いろいろと思いがあがるがその目的については、調査結果が出た段階で調査結果の報告の中で述べることにしたい。

5.6 「評価」の必要性

近年あらゆる世界で「評価」の必要性が叫ばれている。「評価」というと他者からされる評価だけが評価と感じているような議論が見受けられる。しかし、それだけではない。人間は生きて行く上のあらゆる場面で「評価」をしている。例えば、買物をするときにどこのメーカーの商品を買うかを定めることも、対象とする商品の評価をしていることになる。この少し広い意味での「評価能力」が社会で生きていくために重要である。子どもは親や教師からあしなさい、こうしなさいと言われながら善し悪しの判断基準を学んでいく。何をしたら良いのか、悪いのかを判断するのも一つの「評価」である。人のものを盗んではいけないとか、嘘をついてはいけないというのは一つの基準である。子どもは幼いころ大人からしかられたり、同級生などの仲間や家族と衝突したりしながら自分なりに善悪の「評価基準」を構築していく。これが、自己の評価能力を付けていく第一歩である。この能力にはもちろん個人差がある。生まれつき評価あるいは判断が可能な

い人もいる。そのような人には特別な支援が必要である。また、分かっている評価基準を逸脱する人がいる。その程度が過ぎると社会秩序が乱れる。そのため最低限の歯止めが法律である。法律で明文化されていないが、誰かが不幸になったり、不利益を被ったりすることにより人間関係や社会に不都合が起こらないような判断基準を考えるために必要な倫理や道徳である。これに対しては自分の中の「評価」能力が要求される。

授業には「成績評価」が伴う。成績評価の本来の目的は「達成度評価」と「達成度に応じた適切な指導」をするための目安を得ることである。JABEEでは、自己学習能力の育成が求められている。「自己学習」でも当然「達成度評価」が必要である。筆者はこれまで「学んだことを他人が納得できるように自分の言葉で説明できること」、「どんな拙くてもいいから学んだことを用いて別の事柄について考えられること」を自分なりの基準としてきた。それを学生に習得させる手段として、「想定読者の立場を考えて、自分の言葉で説明を書かせる教育」をしてきた^{[1][13]}。想定読者を考える効果はその他にもいろいろあるが、その考察についてはすでに報告^[16]しているのでそれらにゆずり、ここでは「評価」という観点に注目した。

自分自身による評価は自己学習における達成度評価だけでなく、自分自身の授業の効果に対する評価の上でも重要である。学生のアンケートや外部評価などの授業参観もちろん手段の一つとして重要である。でもそれだけでは不十分である。工学部の制度として授業の前半・後半合わせて2回の授業評価アンケートをしている。「工業と技術者」に対して、平成20年度に行ったアンケートに対する報告書に要約しているので引用する。

「アンケートの結果、全般的に満足度が高かった。ただし、1回目のアンケートでは、私語を注意するのがうるさすぎるとの指摘がわずかだが見られた。2回目のアンケートでは、そのような指摘はなかった。『全般的に他の専門科目で学べないこと』と『社会人になる上で役に立つことを行っている』という評価が書かれていた。1回目のアンケートでは『グループディスカッションやそれを発表することは意味がない』と指摘した者がいたが、2回目のアンケートでは書かれなかった。2回目のアンケートでは、『レポートの問題の意味が分かりにくい』『グループディスカッションの発表を行うならば、打ち合わせの時間を設けてほしい』との意見があった。後半の数回は、かなり内容を詰め込んでいる感がある。特に後半の授業に余裕を持たせるように、時間配分など工夫していきたい。特に、平成22年度から試験を除いて15回の授業時間が確保されるので、ゆとりを持って授業できるようにしてい

たい。」

このような学生のアンケートによる授業評価が授業改善のための参考になるのは確かである。しかし、学生が書いたアンケートはある一面を評価しているに過ぎない。授業担当者として伝えたいことを学生がその時点で理解しているかどうかもちろん大切である。それに対しては、テストを適切に行うことも有効である。それ以上に授業の自己評価が大切である。それができないと、毎回の授業をやっていけない。

授業の自己評価の指標として、授業時の学生の目の輝きや表情、うなずきかたや雰囲気を読み取ることも大切である。だれでも、よく感じるのだと思うが、板書するとき、誤字や式の間違いがあると学生たちの雰囲気かわかるというのもその例の一つである。これは、学生との一種のコミュニケーションでもある。

もう一つは、テストやレポートをきちんと返却することである。添削し、コメントを書いて返却するとともに、解答例や全般的なコメントは印刷して配付する。指摘した点が次のレポートで改善されているかどうかを見ることは自分自身が言ったことが伝わっているかどうかの評価にもなるし、学生と一種のコミュニケーションをはかっていることにもなる。これを長年続けることによって、授業を少しずつ改善していく。個人的には、授業の評価手段としてこの方法が一番効果が大きいと感じている。

もっと大切なのは、授業を通じてほんの少しでもいいから学生が将来生きて行く上での指標を与えられるかどうかである。その時はわからなくても、社会経験、人生経験を積むにしたがって、少しずつあるいはあるとき突然意味が分かってくるようなヒントを与えることも必要である。これに対する、自己評価をどうしたらよいかはわからない、学生の将来のことを思う気持ちをもつこと、いろいろな体験を振り返ること、書物や人の話から多くのことを学び自分自身を磨くなど、できることをできる範囲でするしかないだろう。

5.7 授業時間増に対する対応

平成22年度からこれまでの試験を入れて15回の授業から16回の授業を行う事になっている。これに伴い、「技術者倫理」に関する講義を現在の1回から2回に増やす予定である。現在は、駆け足で技術者倫理を概説している。そのため、学生の理解は十分とは言えないだろう。そこで、今までの内容を2回に分け、ビデオ視聴なども含めた事例研究も取り入れていきたい。

授業時間増には関係ないが、安全衛生の話の中で「メンタルヘルス」に関する内容を取り入れたいと考えている。社会人として仕事をする上でも、将来管理職になる上でも重要だと考えるからである。

平成22年度入学生からは「創造システムデザイン」

を受講してから「工業と技術者」を受講するようになる。これに伴って平成24年度から「工業と技術者」も見直す必要がある。その中で、また総合的に「社会人として生きて行く力」の育成を目差していきたい。

5.8 社会人となって必要な能力とその育成

授業の中で、できるだけ企業での体験を話すようにしている。もちろん私の経験は限られている。多くの業種について知っているわけではない。化学系企業としては比較的大きい会社の研究所と中小規模の素材製造業での経験があるに過ぎない。職種も研究員、工場の技術スタッフ（製品検査、製品評価、クレーム処理など）、技術管理、営業技術など限られた仕事しかしていない。偏った経験にせよ、学生にとって企業での実際の経験を話すことは何らかの参考になるであろう。

最近の学生の就職活動を見ていると企業の採用方針変わってきているを感じる。数年前は、就職氷河期と言われた時も含めて、ある程度大学の名前で就職できた。それが、今年は学生自身が何を売り物にできるかを考えているか、可能性を持っているかを真剣に見るようになってきたように感じる。

企業は従業員に際だって高い能力を要求しているわけではない。学校の試験での「得点力」が高いという意味で成績が良いと言うことを要求しているわけでもない。しかし、大学卒業生としてこのくらいの判断力、能力が欲しいという暗黙の基準があるように感じる。それが、「学士力」ということであろう。その際、大学の名前は関係無いと言うことではない。世間で名前の通った大学を出た人ほどハードルが高くなる。だから、大学を選ぶとき、無理に背伸びすることが良いかどうか分からなくなる。これまでは、どこの大学を出たかが問題にされるどちらかという「資格社会」であったのが、どこの（学部、学科も含めて）大学、どこの大学院を出ているのだからこの程度の力を持ってほしいという期待値が判断基準になってくるように思う。このような社会が真の「学歴社会」であると考えている。

本当にそのような世の中になるかどうかは正直なところ分からない。しかし、そのようなことを前提にして学生を教育することは無駄ではないだろう。自分の何を売り物にするのか、それを考えるためにも「目的展開」を中心としたワークデザインは有効な方法である。現状の「工業と技術者」の中では時間が限られている。そのため、そこまで教育することは難しい。しかしながらこれから開講を予定している「創造システムデザイン」の中でワークデザインの手法を習得してから、「工業と技術者」の中でそのようなことを考えさせることは可能であろう。

これからの教育で大切なことは、自分が何のために

生きているのかを考えるとともに、さまざまな立場や場面を考えることの重要性を認識させることであろう。人の立場を考えるといっても、生まれつき気配りのできる人も、人の立場や気持ちを理解することが苦手あるいは困難な人もいるだろう。それに対しては、三つの方法が有効だと考えている。

- (1) 「想定読者」を考えて、その立場を考えて文章を書くこと。
- (2) 目的展開などのワークデザインの技法を習得すること。
- (3) 「工業と技術者」でふれなかったインプットの上方展開とよばれる方法を用いる。

ワークデザインで行う「システム設計」は、生産物としての「アウトプット」とそれを加工する前のインプットを考えることである。学校教育では、さまざまな能力や素養を身につけることが目標となる。一方、教育を受ける人たちにはさまざまな人がいる。それを系統的に分類するように展開していく。このような手法を「インプットの上方展開」とよぶ。これを「創造システムデザイン」の中で練習する。このような訓練は、人の立場を考え、思いやりという気持ちを引き出す上で役に立つのではないかと期待している。「人のことを思いやりましょう」とか「人の立場を考えましょう」と言葉で言うだけでは、分からない人もいる。頭で分かってもなかなか実行できない。でも、現実に商品開発をしていく、社会の中で生きていく、技術者倫理を考えていく、営業や商売をうまくやっていく上で非常に重要なことである。インプットの上方展開をする効果がどの程度あるかは実施してみないとわからない。しかし、このような訓練は非常に重要かつ有用なものであるような気がする。

「工業と技術者」の中では「管理職の役割と素養」について全く触れなかった。これについても、少しでもよいから触れておく必要がある。管理職は本来、人を活かすのが仕事のはずである。能力が10の人は12に、5の人は8の能力を発揮させる。しかし、現実の社会では、その逆の人も多い。そのような能力育成についても、上記の三つの訓練は有用であろう。今後、授業改善のPDCAサイクルを回し経験を積みながら、管理職としての能力育成方法も考えて行きたい。

6. おわりに

福井大学工学部物理工学科3年生を対象とした「工業と技術者」での実践を報告した。技術者倫理を含む問題では、正解の無い問題を考える。答えを得るのではなく決断することが必要である。そのための手法の一つとして「ワークデザイン」と呼ばれる創造技法を導入することを試みた。ワークデザインは習得が難し

いと言われているが、グループワーク、個人の演習を交互に繰り返すことにより学生は社会人よりも習得しやすいことがわかった。これを5年程続けてきたが、現在行っている「工業と技術者」のように欲張った内容の授業の中では、ワークデザインを習得して、それを仕事や人生に応用するには不十分である。今後開講予定の「創造システムデザイン」の授業実践を通して、学生の「社会人として生きて行く力の育成」を図るとともに、筆者自身がいろいろな意味で成長して行きたい。

ワークデザインの効果について、さまざまな観点から考察した。ワークデザインの訓練を通じて「目的と手段を違えない」「倫理的な判断ができる」「さまざまな立場を思いやる態度を引き出す」能力・姿勢を育んでいけるものと期待している。

注釈

1) ピントはフォード社が日欧の小型車に対抗するため、通常開発期間の6割弱の25ヶ月間で開発し1970年に発売したものである。エンストしていたピントが約50 km/hで走っていた車に追突され、燃料タンクが破損・炎上し運転手が死亡した。社内では発売前に欠陥を把握していたが、死亡時の賠償額まで考慮したコスト計算を根拠に放置していた。事故後その事実が発覚し、裁判で多額の賠償金の支払いの判決を受けた。

参考文献

- [1] 葛生 伸：応用物理教育 29-1, 9 (2005).
- [2] 「日本技術者教育認定基準 2010 年度適用」日本技術者教育認定機構 (2010).
- [3] 福井大学工学部物理工学科編：「履修の手引 2009 年度版」 p. 95 (2009).
- [4] 伊佐公男, 中田隆二, 橋場 隆, 塚本令子, 高山知晶, 田中秀史, 後藤麻紀子, 岡倉加代子, 高橋真樹子, 葛生 伸： 応用物理教育 27-1, 41 (2003).
- [5] 伊佐公男, 中田隆二, 手塚広一郎, 岡倉加代子, 高橋真樹子, 浅妻正子, 西村千穂, 田中秀史, 高山智晶, 後藤麻紀子, 竹澤宏保, 葛生 伸, 塚本令子, 多田敏明, 橋場隆： 日本教科教育学会誌 26-3, 87 (2003).
- [6] 葛生 伸：「未来創造思考～学校教育でワークデザインを取り入れるために」福井大学エネルギー教育研究会 (2004) (<http://polymer.apphy.fukui-u.ac.jp/~kuzuu/WD/WD%20Doc/WDtext091204.pdf>).
- [7] 吉谷龍一：「システム設計」日経文庫 (1969).
- [8] 五百井清右衛門, 黒須誠治, 平野雅章：「システム思考とシステム技術」白桃書房 (1997).
- [9] 日比野省三, 日比野創：「ブレイクスルー思考のすすめ」丸善ライブラリー (2004).
- [10] 高橋 誠：「創造力事典」日科技連, p.399, (2002).
- [11] 鷺田小彌太：「分かる使える思考法事典」すばる舎, p. 66 (2003).
- [12] 日本技術士協会訳編：「科学技術者の倫理 ― その考え方と事例 ―」丸善 (1998).
- [13] 葛生 伸：応用物理教育, 29-2, 3 (2005).
- [14] 西村千穂：『『エネルギー・環境教育』の目的の明確化に基づく教育システムの構築方法』福井大学大学院教育学研究科修士論文 (2005).
- [15] 藤本 温, 川下智幸, 下野次男, 南部幸久, 福田孝之：「技術者倫理の世界」森北出版 (2002).
- [16] 葛生 伸, 伊佐公男, 中田隆二, 石井恭子, 中上純代： 応用物理教育 33 -2, 51 (2009).

