企業での技術開発を模擬した ものづくり教育の試み※

Production education trial simulating product development of a manufacturing company.

小 原 伸 哉^{*1}

Shin'ya OBARA

本稿は苫小牧工業高等専門学校機械工学科第5学年を対象として企画し、実施した企業での技術開発を模擬した授業プロジェクトの事例報告である。本プロジェクトの目的は、企業型のスキルと創造性を実践してもらい、卒業した後の学生達が円滑に企業社会で活躍できるようにすることにある。また、プロジェクトの特徴としては、スケジュールの作成および管理、自他の企画や技術の評価などを可能な限り学生の自主性に任せて運営していることにある。本プロジェクトを通じた結果から、授業編成を含めたこれからの創造教育の提案を行い、さらに指導する側に必要であると考えられるスキルについて述べる。

キーワード：工学教育、工業高等専門学校、プロジェクト教育、実践教育

This paper is the case report of the trial lesson project which planned for the 5th grade students of mechanical engineering department of Tomakomai National College of Technology. The trial lesson simulates the technical development in the company which carried out. The target of this project is having students learn the fundamental skill as technology companies. There are the following features in the engineering education stated in this paper. (1) Students take the lead and manage a lesson. (2) A lesson progresses by information dispatch from a student side. From the result of this project, the improving point of the curriculum of this department of school mechanical engineering is guessed.

Keywords : Engineering Education, College of Technology, Project-styled Education, Practical Education

1. はじめに

新たな大学および大学院の目指すところが議論されて具体的な方針が発表される中、短大・高等専門学校のある方についても議論されている[1]。高等専門学校（以下、高専と略す）については、これまでに実践と創造性を掲げた教育を実施してきたことや、卒業生の社会での努力もあり一定の評価がなされているようである。その一方で、企業社会そのものが変革しつつある現在の状況では、高専教育の目指すところを「中堅技術者を輩出するための完成教育を実施する機関」とすることに矛盾が生じつつある。その原因は、企業に所属する一部の技術者を「中堅」として括することは随分と乱暴なことであり、例え括ることができたにしても技術者は生涯「中堅」でいるわけではないことによる。さらに、高専教官の側が必ずしも社会の移

り変わりに対応できておらず、中堅技術者とはどのようなスキルを持つ者かなどの具体的な議論がなされていないことによる。しかし、今後専攻科での教育研究活動や地域での共同研究活動を進めていく中で、高専学生に要求される具体的なスキルが明らかになっていくものと考えている。

本校機械工学科では、企業社会を見据えた創造性や実践力を育成するようなカリキュラムの再編を予定しており、本稿で述べる「企業での技術開発を模擬したプロジェクト型のものづくり教育」は、このパイロット的な試行である。

このプロジェクトは、以下の各項を骨格として企画しており、平成13年度の機械工学科第5学年の制御工学後期分（平成13年9月～平成14年1月）に実施したものである。

(1) 国内での「ものづくり」の状況は変化が激しいことから、できるだけタイムリーな企業型の創造

※平成14年1月10日受付 ※¹ 苫小牧工業高等専門学校

性と実践力を養うプロジェクトとすること。

- (2) 残り1年で企業社会に出て行く本校第5学年機械工学科の就職希望学生を主な対象と想定し、企業技術者に要する基本的スキルを教授するものであること。
- (3) スケジュールの管理から自他の技術評価まで、学生の自主性で運営することとし、彼らの自律を促す授業であること。
- (4) 教官と学生とのコミュニケーションは、可能限り双方向であること。従来の本校本学科で行われてきた、教壇の上から教官が話しかける授業の形に囚われずに、特色のある教育を行うように努力する。

現在、本校の大学および専攻科への進学率はおよそ3割であり、進学希望者と就職希望者の授業への要望には当然差があるが、今回は、就職希望者に的を絞る形としている。

2. 企業での技術開発を模擬した教育の試み

2.1 プロジェクトのねらいと検討事項

本校機械工学科第5学年の学生達には、それまでに学んできた技術を統合化して実践する場面が少ない。また、企業社会のように小さなチーム単位でプロジェクトを最後まで実施して、大きな力を発揮するという

ような体験も少ない。そこで授業に、企業での技術開発の手法を取り入れて、より実践的な技術者教育を実施することとした。この試みによって、企業技術者を目指す者に必要である基本的なスキルと、日本技術者教育認定機構(JABEE)の提唱する多くの項目を教授することが可能になる。本プロジェクトの全体像を図1に示す。

本プロジェクトを企画・運営するにあたり、以下に述べる検討を行った。

- (1) 企業技術者の基本スキルを習得してもらうこと。

本稿で扱う企業技術者の基本スキルとしては、特にこれまで本校機械工学科で教授することのなかった、表1に示す各項を取り上げることとした。一般的に「ものづくり」と言うとアウトプットである完成品について評価しがちであるが、ここでは表に示したツールを使いこなして、製品のモックアップモデルの試作

表1 本稿で扱う「企業技術者に必要な基本ツール」

- ①口頭でのプレゼンテーションの方法
- ②技術文書を作成するときの基本ルール
- ③技術マネジメントの基本知識
- ④複眼的な技術の見方
- ⑤経済性や環境負荷を配慮する思考

企業での技術開発を模擬した 「総合的・創造的なものづくり」の教育

□ 目 標

- これまでに学んできた技術を統合化して実践する場を提供する。
- 実社会のように、小さなチーム単位で大きな力を発揮すること、及びプロジェクトを完結するという体験をしてもらう。

□ システム

●進行中のプロジェクト

制御工学(5年機械)「除雪機」製品企画プロジェクト

●プロジェクトの内容

- ①製品の企画
企画立案とスケジュールの管理計画、及びそれらのプレゼンテーションを行う。
- ②設計コンセプトの立案
市場動向や競合製品の調査を実施した上で、設計構想のプレゼンテーションを行う。
- ③試作品の設計及び試作を行う
実設計及び試作を行い、そのデモンストレーションを行う。
- ④自他の技術を評価する
技術を客観的に評価する能力を育成するために、各クリティカルポイントで学生自身が自他の成果に対して点数をつける。

Option

- ①小樽商科大学や北海道大学の協力を仰ぎ、製品開発や起業化に関する特別講義をお願いする。
- ②特許システムと特許戦略に関する講義を実施する。

Policy

- ①評価項目を事前に明らかにする。
- ②プロジェクトの形式や管理の大半を、学生の自主性に任せる。
- ③評価はプロジェクトグループに対して行う。
- ④ロボコンとの相違を明確にする。

●予想される効果

- ①エンジニアに必要な基本的なスキルを教授できる場となる。(ニーズとシーズ、経済性、省エネと環境負荷、技術の安全性や信頼性など)
- ②JABEEの提唱する項目の多くを教授することが可能となる。

●予算の利用方法

各グループで企画した製品やモックアップの試作費用にあてる。内訳については、部品表によってチェック。

現在、教官の研究活動で得た委任経理金を提供している。
(3万円×5グループ=15万円)

□ 課 題

- ①本プロジェクトの客観的な評価(学外講演や論文)。
- ②評価システム→必ず試験による個人への点数付けを要するのか?
- ③物品購入時に煩雑な手続きが予想される。
- ④プロジェクト運営資金の増額。

図1 プロジェクトの全体像

に至る過程全体を主眼としている。

(2) 企業型の創造力とは何かを理解してもらうこと。

製品開発では、特別な場合を除き、市場やニーズを無視して新しい技術を優先することなどあり得ない。また、企業にとっての工業技術とは、経済活動の手段であるとの見方もできる。したがって多くの企業では、20台半ばを過ぎた技術系社員に対して、「グループの牽引力となって目標を達成すること（リーダーシップ）」や、「与えられた範囲の中で最大の効果をあげること（マネージメント）」に関する能力を要求する。そこで、本稿でいう企業型の創造性を、「複数の制約

条件の下で、売れる製品を企画すること」および「文書、口頭、図面、およびモックアップモデルによるプレゼンテーションを行って、技術の内容を表現すること」で測ることとした。今回の開発テーマを「除雪機」とし、学生に対しては表2に示す開発企画の条件と調査項目を提示した。これにより、学生達は対象とする顧客が明らかとなり、各自が想像する顧客像に基づいて除雪機のおおよその価格帯、市場規模、ライバルとなる既製品の技術などをグループ単位（8名/グループ）で調査する。表2以外の条件としては「合法的であること」を説明し、その他については自由とした。

表2 開発の条件と調査項目

「除雪機」の製品企画 プロジェクトの進め方について	
1. 企画の内容	
1-1. 製品企画の条件	
(1) 対象とするユーザーは、 <u>道央圏に居住する一般的な世帯</u> とする。	
(2) <u>3年以内に売上を黒字とすること</u> （人件費は、人数×400万円/年とすること）。	
(3) ①安全対策、②省エネルギー及び環境負荷の低減を考慮していること。	
1-2. 調査項目	
(1) シーズ	
① 他の製品にはない「 <u>製品の売り</u> 」を明らかにすること。	
② 取り入れる <u>技術の新規性</u> について述べること。	
(2) ニーズ	
① <u>ライバルとなる製品の市場価格と性能</u> を調査すること。	
② 企画品の <u>イニシャルコスト</u> とその内訳（材料・部品代、人件費、利益、その他）。	
③ 企画品の <u>ランニングコスト</u> とその内訳（燃料、消耗品、メンテナンス、その他）を明示すること。	
(3) 市場規模と利益の予測	
① 市場規模の予測を行うこと。	
② 今後5年間の販売規模と利益の予測を行うこと。	
1-3. リスク	
製品開発及び製品の販売に関して、不明瞭な事項を述べること。	

(3) JABEEの「基準1：学習・教育目標」を意識した内容であること。

JABEEの認定基準の内容は、学協会や経済界の方々が努力されたこともあり[2]、本企画を組み立てる上で大変参考となった。また、基準1の各項目を検討すると、会社の業務を進める上で先輩技術者から教え込まれる内容が随分多いように感じる。学生に、企業での技術開発業務を模擬したプロジェクト型教育を実践してもらうことで、必然的にJABEEの提言する学習・教育目標についての認定基準を満たすような教育になるものと確信している。

(4) 既存の創造型科目との関係を考慮したものであること。

全国の高専ではこれまでも、実践と創造性を育むために卒業研究やロボットコンテストなどが実施されている。当初、これらと本プロジェクトとの内容の重複が懸念された。しかし、現在の幾つかの高専の卒業

研究については、外から効果の見える教育方法が議論されており、専門分野を掘り下げることも短期のプロジェクト形式を望む声さえある[3]。また、ロボットコンテストは比較的自由的なルールの下で作品を競うものであり[4]、本プロジェクトのような「企業社会で従来教えられていた基本スキルを教授し、それを用いて創造性を実践する」という点で明確に異なる。

2. 2 プロジェクトの実施方法

(1) ルール

プロジェクトを進める上で、学生たちにはまず、表3に示す簡単な進行上のルールを伝えた。さらに、各グループでリーダーを選出してもらい、図2に示す大日程と作業項目例を記したプロジェクト・スケジュール表をグループ毎に渡して、日程の調整をしてもらう。教官は、企業での工程管理の例などを示して、各グループで作成された日程表の妥当性をリーダーと協議

表3 プロジェクトのルールとスケジュール

「除雪機」の製品企画 プロジェクトのルールとスケジュールについて	
1. プロジェクトチームの発足とルール	
① 5グループ(8人/1グループ, A~Eグループ)に分け, プロジェクトリーダー(以下, PLと称す)を話し合いの上で選出する。	
② 各グループには上限3万円の実行予算を与えるが, 一般の店では物品の購入はできない。見積書を提出すること。	
③ 毎回一度教室に集合してから開発を行うこと。	
④ グループの開発拠点は校内のどこでも良いが, ケガにだけは気をつけること。	
⑤ 初めての試みなので, ルール改訂がありえます(ボツもあり得る)。	
⑥ PLは, 毎回の時間内に教官と簡単なディスカッションをしてください。	
2. スケジュール	
PLは, グループのメンバーと日程を調整の上, 日程表(図2)に今後のスケジュールを明記して報告すること。	

作業項目例	9月				10月					11月				12月				1月				2月	備考
	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	
1. 大日程	定期試験									定期試験				冬季休業				定期試験					
2. 制御工学ゼミ	9/5 プロジェクトの発足				10/10 製品企画及び スケジュール のプレゼンテーション(1)					11/7 製品企画及び スケジュール のプレゼンテーション(2)				1/23 製品PR (プレゼンテーション) 製品カタログと 企画書の提出				1/30 モックアップモデルの デモンストレーション プロジェクトの終了					
3. 構想設計																							
4. 実設計																							
5. 試作																							
6. 評価																							

図2 プロジェクトの日程表

し, その上でプロジェクトを開始させる。教官による各グループの管理は, 日程表に記載されている開発工程(目標)と進捗度(結果)を比較した上で, リーダーへのヒアリングを行って実施する。通常は, できる限り口出ししないようにしたが, 日程表(図2)にあるプレゼンテーションやデモンストレーションなどのクリティカルポイントでは, 学生達による説明を受けて十分に議論するようにした。

モックアップモデルの試作にかかる経費の上限は3万円/1グループとし, 当初, 教官の委任経理金を当てて実施していたが, 後に学校長の裁量による教育重点化予算の手当てを受けることとなった。これにより, 今回のプロジェクトで優秀であると評価されたグループの企画については, 来年度の学生によって製品試作を行うこととした。この試作についても, 企業での技術開発を模擬した実践教育を導入する予定でいる。

今回のような授業形式では, 複数の独立したグループを同時に管理するということもあり, 学生と教官の間に様々な意思疎通や連絡事項が生じる。そこで, 教官から学生たちへのアナウンスにはホームページを活用することとし, 情報の共有化を図ることで円滑な運

営を目指した。

(2) プレゼンテーション

今回のプロジェクトでは, 技術文書によるものと, Microsoft社のPower Pointとプロジェクトを用いた口頭発表によるプレゼンテーションの訓練を実施した。本校本学科の学生たちは本プロジェクトを実施する以前の4年間に, 数多くのレポートを書いてきている。しかし, 本校の各科目担当の教官が求める文書形式や表記方法は統一化されておらず, 学生達の文章作成方法に混乱を与えていた。そこで, 本プロジェクトでの技術文書の作成については, 表4に示すような基本的なガイドラインを設けた。また, 制御工学前期分の授業では, 表5に示す技術文書の評価項目を明示した上で学生達に文書作成を指導してきており, さらに, 教官に提出された文書は添削した後に個別の指導をするようにしている。

技術文書の提出は, 電子メールの添付書類とすることを原則とした。

Power Pointを使用した学生たちのプロジェクトによる口頭発表については, 制御工学前期分の授業で教官が同様なスタイルで講義を進めてきたこともあり,

表4 技術文書を作成するときのガイドライン

0. なぜレポートの書き方を学ぶのか？ 苦勞して行った仕事をアピールする（＝査定：評価されて、給料や役職などが決められること。）	
(1) 業務評価	
① 図面：設計計算書、構想図、試作図、製作図、プラント図、システム図、et...c	
② レポート：試験結果、情報収集、競合する企業や技術などの分析、マーケティング、企画書など	
③ プレゼンテーション（日常の業務報告も含む）	
④ 組織の運営：勤務状況、リーダーシップ、後輩の面倒を見る...etc	
(2) レポートの意味	
① 作用：上司をはじめとして、周囲の人々に情報を伝達する。	
② 効果：仕事（レポートの作成）に対する、著者の評価。 「読んでいただく。」という姿勢を要する。	
1. 文章表現で注意すること	
(1) 「～です。」や「～ます。」は使用しない。「～である。」「～だ。」を使うこと。	
(2) 「～と思う。」といった感想を述べる表現は使わない。「～と考える。」といった主張の表現を使う。	
(3) 羅列の表記方法は、 3つ以上の場合は、「○、○、○、及び○」や「○、○、○、そして○」など。	
2つの場合は、「○及び○」、「○と○」、そして「○、そして○」など。	
(4) カタカナ語の語尾 4文字以上のカタカナの場合は伸ばさない。例：エネルギー（誤）→ エネルギ（正）	
(5) 文書の中で何度も出てくる単語を略して使うときには、最初に示しておく。 例：...である。しかしメタンハイドレート（以下、MHと記す）では、...	
例：...である。ところで、FC（Fuel cell：燃料電池）では、...	
(6) 段落の最初の文章には、1文字の字下げを行う。	
(7) ビジネスレポートのポイント	
① 長々とした文章は書かないこと。	
② 文章はせいぜい2～3行以内として、できるだけ箇条書きを用いて簡潔に記すこと。	
③ 図表や絵（まん画）を多用して、ビジュアルで理解してもらうように工夫すること。	
(8) 学会論文形式のポイント 日本語の正しい表現が第一であり、複雑な内容を簡潔な言葉で説明することが重要である。	
2. 見出し番号のつけ方	
1. ○○○○	1. ○○○○
1-1. ○○○○	1.1 ○○○○
1-1-1. ○○○○	

表5 技術文書の評価項目

レポート作成者：

総合評価：

評価項目	評価点	コメント
○ 文章表現に関する評価		
簡潔な文書		
箇条書きの使用		
図表の有効な利用		
効果的な強調文字などの使用		
○ 課題の達成		
ニーズ、歴史、技術的な課題、その対策案、経済性、省エネルギー、環境負荷の低減対策、安全対策、将来の見通し		
○ 説得力に関する評価		
情報量		
情報の数値化（グラフ表現も含む）		
情報の分析方法		
○ 所見の内容		
客観性		
合理性		

学生たちは予想以上に慣れるのが早かった。ただし、ホームページなどの情報を簡単にコピーできることから、安易な発表を行うケースが度々生じる。これまでに教官による黒板を用いた一方向の講義を受けてきた学生達にとっては、プロジェクトで映し出される平面の情報を理解することや、教官と議論することは苦手なようである。しかし、パソコンとプロジェクトを利用すると、センテンスのほかにも写真、画像、アニメーション、およびVTR画像などを用いて教授することが可能となり、学生達に伝える情報量は飛躍的に増す。また、最新の情報や論文の図表を教材として解説

するときには大変便利なツールであることから、このスタイルの授業を是非低学年のうちから実施して、慣れさせることが望まれる。

(3) 評価方法

表6は本プロジェクトでの評価項目を示す。表の各項の詳細については、最初の授業で学生たちに解説した。評価は、日程表（図2）にある3回の口頭発表とモックアップモデルのデモンストレーション、そして表7に示す企画書および製品カタログを対象としている。また、自他の技術の本質やプレゼンテーションを評価する力をつけるために、学生たちの手で表6の評

表6 プロジェクトの評価項目

●プレゼンテーション		
全ての課題について述べているか否か	A, B, C, D, E	A : 100, B : 80, C : 70, D : 60, E : 40
独創性	A, B, C, D, E	
内容の正当性	A, B, C, D, E	
図表の見易さ	A, B, C, D	A : 100, B : 80, C : 60, D : 40
発表時間	A, B, C, D	
参考文献の明示	A, B, C, D	
●製品企画及び試作品について		
1. 試作品の技術力		
コストパフォーマンス	A, B, C, D, E	A : 100, B : 80, C : 70, D : 60, E : 40
安全対策	A, B, C, D, E	
省エネルギー及び環境負荷への対策	A, B, C, D, E	
2. 試作品の商品力		
マーケットやニーズとのマッチング	A, B, C, D, E	同上
新規性	A, B, C, D	A : 100, B : 80, C : 60, D : 40
デザイン	A, B, C, D	A : 100, B : 80, C : 60, D : 40
3. 試作品の独創性		
ユニークさ(特徴とその効果)	A, B, C, D, E	A : 100, B : 80, C : 70, D : 60, E : 40
製品カタログ		
与えられた課題をクリアしているか	A, B, C, D, E	A : 100, B : 80, C : 70, D : 60, E : 40
企画書		
与えられた課題をクリアしているか	A, B, C, D, E	A : 100, B : 80, C : 70, D : 60, E : 40

表7 本プロジェクトで作成する技術文書

1. 「企画書」の内容例
 - (1) 設計計算書
 - (2) 設計図
 - (3) 制御のフロー図とソフトウェア
(製品に制御がある場合)
 - (4) 電気回路図または電気系フロー図
 - (5) ライバル製品の内容
 - (6) コストの内訳
 - (7) 安全対策
 - (8) 省エネルギー及び環境負荷を低減する工夫
 - (9) 市場規模と今後5年間の売上予測
 - (10) リスクの内容
2. 「製品カタログ」に必要な項目
 - (1) 本製品の「売り」と技術の「新規性」
 - (2) 既製品との価格比較表
 - (3) 既製品との性能比較表
 - (4) 本製品の販売価格
 - (5) 本製品の運転費と消耗品費
 - (6) 本製品のメンテナンス項目の一覧表

価表に点数を付けてもらうこととした。今回は、複数の教官や技官にも参加していただき、評価表に記載してもらった。

今回のような方法では、グループ単位での絶対評価とならざるを得ないが、今後は、学生個人の目標設定とその達成度によって評価するという、きめ細かな方法に切り替えていくことを検討している。一方この方法では、従来の相対評価による学生の順位付けができ

なくなるなどの従来システムに対する課題が生じる。しかし、わずか40人前後のクラスでの相対評価の結果は、卒業して企業に入ってしまうと大きな意味をなさないことから、学生個々についての絶対評価を行い、彼ら個人と面談をするなどしてその成長にフィードバックできるようにすることからも、是非導入していきたいと考えている。

3. これからの技術者教育

本プロジェクトの実施結果から、これまでの本校機械工学科での工業教育で気がついた点を記す。

3. 1 「実践による創造性教育」は機能しているのか

本校の本科教育は学年制をとっており、朝から夕方まで授業があることから学生は多忙である。そうした中で、学生は教官側の用意したメニューを日々こなすことが目的となってしまう、安易な模範解答で切り抜けようとするケースが多いように感じる[5]。また、中学卒業者が入学するために、教官による「教育上のしつけ」を受けており、上級生になっても教官への依存度が強いように感じる。こうした状況では、人に従うという素直さや答えのある仕事をやり通すという持久力は身についても、様々な制約条件下で自らが新しいモノを創造するといった、自律的・自発的な学生発信型の教育は難しくなる。そこで、低学年のうちから模範解答のない現実の問題を取り上げて、自らの調査・考察に基づいて教官とディスカッションを行いながら答えを見つけていくような、カリキュラム編成を

提案したい。例えば、学生に小型エンジンの解体組付けを行わせて内部構造を理解させ、その後にピストンなどの交換部品の設計と製作を行わせる。この例では、現行のカリキュラムの工作実習、工学実験、設計法、設計製図、そして内燃機関などを統合化したプロジェクト型の授業となるが、今後はこうした形が重要になると予測される。その理由として、第一に、現在のような専門技術別のカリキュラムの下では、現実の問題を解決することや技術開発を実施する場合に要する、ものの見方が脆弱であること、第二に、多くの専門技術を広く浅く学ぶことよりも、興味ある分野を深く掘り下げた方が学生の欲する知識を効率良く教授でき、しかも個々の学生達にとっては、将来その分野に携わる可能性が大きいことが挙げられる。

企業技術者が行っている、技術開発、知的所有権、生産管理、品質保証といったプロジェクトの下に個々のカリキュラムを置くと、学生のモチベーションは上がるものと考えられる。

3. 2 「複眼的な物の見方」は訓練されているのか

一般的な高専卒業生の評価について、対象とする技術の様々な背景やシステムの中の位置づけについて、複眼的な見方をすることが不得意であるといった指摘がある[6]。本プロジェクトの実施中にも、度々、学生達の直線的なものの見方を感じた。彼らは個々の要素技術を追いがちな、対象とする技術を体系的に整理して、それを位置づけるといった思考の訓練がほとんどなされていない。「バランスの取れた技術」、「設計でのジレンマ」、「要素技術の相乗効果」といった複眼的なものの見方を要する機会を、学生達に実践させることが今後の検討事項である。例えば、複数のパーツで構成される機械製品(=システム)を、各パーツ(=コンポーネント)に分けて、個々の機能、コスト、製造方法、あるいはライフサイクルについて分析させるなどである。

3. 3 高専教育での「創造的なものづくり」とは？

高専(本科)は高度な職業人を育成する機関とされていることから、大学に比べてより企業側の教育ニーズに敏感でなくてはならない。しかし企業側は、高専で何を学んだかよりも入社後の自前の教育にウエイトを置いているところが多く[3]、本校機械工学科の特徴としてきた実践教育(製図、実習、実験など)も順次刷新していく必要がある。企業技術者の立場からの「創造的なものづくり」とは、技術者自らが器用に工作機械を使えとか溶接ができるといったことではなく、例えば、市場に受け入れられる工業製品を他社との競争の中で開発し、既存の市場をさらに拡大して利益を伸ばす、という技術開発のサクセスストーリーをより高い確度で企画することにある。そこで、既存

の設計製図と制御工学や伝熱工学を組合せることや、工作実習と材料学や材料力学を統合するなどして、より体系的で実践を伴う教育を実現することが、企業のニーズに応える第一歩である。教科書に頼らない試行錯誤の授業づくりへの不安はあるものの、企業社会の変化を踏まえて柔軟なカリキュラムの改善を行っていないと、高専での工学教育はさらに陳腐化するという危機感を感じる。

4. プロジェクトの反省と改善点

学生のプレゼンテーションと授業アンケート、及び他学科を含む教官との意見交換を踏まえて、本プロジェクトの自己評価について述べる。

当初ものづくりに意気込んでいた学生たちの多くが、企画の制約条件をクリアするためのジレンマや、根気強い調査・検討を強いられることに辟易したことを述べている。また、グループのメンバー間での仕事量の相違に不公平を感じることや、プロジェクトの趣旨が理解しにくいとの声もあった。さらに、卒業研究や設計製図、他教科のレポートなどもあり、時間が十分ではないとの声も多い。彼らが5年間にわたって経験してきた授業形式とは異なるためか、従来の授業形式と異なる点の多くが多かれ少なかれ不満として挙げられている。一方、授業のマネージメントに関して教官側には、プロジェクトの趣旨をより理解しやすく学生に説明することや、他教科の負担を考慮すること、技官による学生のサポートを依頼するなどの改善を要することがわかった。また、プロジェクトの開始前に、技術開発に関わる実際例などを解説して感想文を書かせるなどの、学生に準備期間を与えることも大切である。

本校機械工学科の熱・制御研究室のホームページに、学生達の最終企画のプレゼンテーション資料を掲載しているので、彼らの四苦八苦の痕跡を是非見て欲しい。この中には、若手教官等を唸らせた製品企画(Bグループ)も発表されており、筆者もその発想の自由さと目のつけどころに驚いている。しかし半数近い学生は、このような「発想の自由さ」や「遊び心」、「ユニークな製品」、「売っていたならうれしい」という製品企画について不真面目であると評価し、表6に示す各項の得点は伸びない結果となった。本校機械工学科の工学教育に、少なからず、①専門科目の硬直化、②発想やユニークさを評価しない雰囲気、③自律を促すエンジニア教育が行えていない、ことを反映した結果であると考えている。

次年度のプロジェクトでは、本年度の学生が実施した企画内容を例に取りあげて、事業化の実行可能性の具体的な評価方法について解説することとしている。

さらに特許マップの作成方法や出願状況の分析、企業での知的財産の活用方法などを教授するという、特許戦略に関する実践教育の導入を検討している。また、「ビジネスプラン」や「技術マネジメント」などの、企業実践型のカリキュラムの具体化についても計画している。

5. おわりに

本校のような地方都市に位置する高専では、その規模や地理的な条件から、積極的に社会に関わっていかないと変化の激しい企業社会の状況を知ることは難しい。こうしたことから、本校のような地方高専の教官が考える「創造性」と企業社会でいう「創造性」との間に差を生じる。地方高専では、教官の流動化や研究開発活動の拡大、さらに変化を受け入れる柔軟性を持たなければ、数十年も前の技術と考え方が通る硬直した組織になりかねない。

本校機械工学科を実社会の要望に十分応えていく教育研究機関とするためには、企業を意識したカリキュラムや特色のある授業方法を創出する必要がある。本プロジェクトを実施してみて明らかとなった、企業型の実践教育に要する主な事項を以下に記す。

- (1) 経済性や市場性をセットにした技術者教育を行う。
- (2) 企業社会でいう技術の独創性や創造性には、人・物資・資金・時間・情報や市場性などの制約条件を伴う。これらを踏まえた実社会での創意工夫の例を解説する。
- (3) 技術者の基本ツールとして、インターネットを活用した情報収集、特許調査、そしてビジネスモデルの考え方などを教える。
- (4) 環境負荷や省エネルギーの考え方をセットにして技術シーズを教える。米国と欧州では環境負荷に対するプライオリティが異なり、これによって使用する技術も異なることがある。環境と工業技術との関係はその国の文化とも言え、設計条件の中でも優先度が高い。
- (5) 安全性や信頼性の視点に立った技術の解説を行う。
- (6) 論理立てて技術を説明できるように、口頭および文書でのプレゼンテーションを十分指導する。また、指導する内容は教官の自己満足によるのではなく、実社会で通用するものであることを確認する。

謝 辞

プロジェクトの実行にあたり、当校学校長である伊藤精彦先生による重点化教育予算が当てられた。また、本校機械工学科の池田慎一助手、高澤幸治助手、岩瀬谷正男技官および桑原克典技官には大変参考となるご助言をいただいた。さらに、中津正志教授からは資料の提供を受けた。ご支援とご協力に対して紙面で感謝の意を表す。

参 考 文 献

- [1] 文部科学省ホームページ：中央教育審議会大学分科会制度部会（第1回）議事要旨，http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/index.htm, (2001.8)
- [2] 大中逸雄：エンジニア教育の認定制度はなぜ必要か，工学教育，46，6，28 (1998.11)
- [3] 大輪武司・島田彌：産業界が期待する技術者教育，日本機械学会誌，104，990，43-44 (2001.5)
- [4] 吉田立：アイデア対決・ロボットコンテストの10年，日本機械学会誌，101，960，29 (1998.11)
- [5] 蒔田秀治：高等専門学校の卒業生を受け入れて20年，日本機械学会誌，101，960，10 (1998.11)
- [6] 鈴木浩平：高等専門学校からの編入学制度について考える，日本機械学会誌，101，960，13 (1998.11)

著 者 紹 介

小原 伸哉

1989年 長岡技術科学大学大学院機械システム工学専攻修了
高砂熱学工業株式会社、アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
2000年 北海道大学大学院博士課程修了，博士（工学）
2001年 苫小牧工業高等専門学校助教授