スキルアップ教育手段としてのPBL —新しい産学研究協力の試み—※

PBL as a skill improvement educational tool

— A new approach to university/industry research collaboration —

渡 邊 辰 郎^{※1}

Tatsuo WATANABE

金 子 成 彦^{※1}

Shigehiko KANEKO

PBL (Problem Based Learning) は実際の製品や産業界で発生した問題を題材とし、学生と教官がチームで取り組む問題設定解決型学習プログラムで、実際の題材を通じて考えるプロセスを体験させ、チーム作業を通じて役割分担を理解させ、問題設定能力と問題解決能力の涵養を目的とするものである。ここでは、大学院修士課程1年生を対象に、修士論文着手前に問題発見解決能力を高め、自己点検の動機付けと将来の進路を見極める一助とすることを目的として実施したPBLについて報告する。

キーワード：工学教育、学生、大学院、工学部、プロジェクト教育、創造性

PBL (Problem Based Learning) is an educational program for the students where actual products and problems actually occurring in the industries are selected as themes. In this program, experience through skill improvement of the individual students and teamwork are emphasized most. The aim of the education program is to initiate and cultivate in the students an attitude of thinking by themselves and defining problems, which leads to competence. In this paper, the result of a PBL program for first year graduate students is reported. Vibration suppression of a small size centrifuge for biochemistry use was the project theme. Students managed the whole project starting from problem definition to making proposals for improvement.

Keywords : Engineering education, Students, Graduate Program, Engineering School, Project Based Learning, Creativity, Teamwork

1. はじめに

本報告では、大学院修士課程1年生を対象に行ったPBL (Problem Based Learning) 教育活動について報告する。修士論文に着手する前段階で行ったPBL活動の意義と内容および大学院学生を対象としたPBLに含まれるべき教育理念とこれを実現するための方策について検討した結果について紹介する。

2. PBLの目的と進めかた

2. 1 目的

従来から、年度当初に研究室に配属された修士学生については、勉強会、輪講や研究会を通じて数学や力学・制御などの基礎学力の向上、コンピュータリテラシーや設計製図技術などの向上に努めてきたが、動機付けが漠然とした中での勉学ではその効果に限りがあるため、より現実的な問題に取り組むことによって知

識を身に付けると共に、個人での作業が中心となる修士論文着手後には不足勝ちとなるグループ作業を体験させることを目的としたPBL教育プログラムを試行した。具体的に、学生各人に対して教官側から期待したのは、下記の通りである。

- (1) 実物に触れ、実際の問題を解決する経験を積む。
- (2) チームワークと分担作業を体験する。
- (3) 基礎固めとともに実際の問題を対象とした経験を通じて、これまでに学習した学問体系の有用性を学ぶ。
- (4) 作業を通じて不足している知識を認識させ、自発的に知識の向上を目指す姿勢を身につけさせる。
- (5) 依頼先との打合せを通じて、説明、発表、連絡等の方法を学ぶ。

2. 2 進め方

今回は下記の順序で作業を進めることとした。

- (1) 問題設定期間
- (2) 準備期間
- (3) 活動期間

※平成14年3月1日受付

※1 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻

(4) 収束期間

これらの期間が有機的に連関している場合には、目的にあった体験と問題設定解決能力の向上の達成が期待できる。

3. 問題設定について

今回のPBLテーマは教官側で協力先を積極的に探したのではなく、研究室のホームページを見て、直接、会社（以下、クライアントと呼ぶ）から生化学用スイングアーム式遠心分離機の振動トラブル問題が持ち込まれて来たことに端を発する。教官側がクライアントからの説明を受けたところ、研究室の得意分野であり、学生に実践的な問題を通じて問題意識を喚起するには丁度良いテーマであると直感し、PBL方式で問題解決を引き受けることに決定した。まず、クライアントに対してPBL方式について説明を行ない、会社側連絡担当者との連絡方法等を取り決め、作業を開始した。

4. 問題への取り組み方と進め方

進め方を整理すると以下の通りとなる。

- (1) 研究室所属の修士1年生3人が自主的に運営する。各人が特定の役割を担う。
- (2) このPBLで取り上げたテーマは修士論文で取り上げる予定のテーマとは無関係とする。
- (3) 期間は最大で6ヵ月程度とする。
- (4) 教官はアドバイザーとして参加する。

5. 運営方式

5.1 準備期間について

教官、クライアント、学生を交えてテーマ設定について検討会を行い、テーマを「遠心分離機において発生した異常振動の原因究明と対策」と決定した。

学生側にも渉外、記録、計画の担当者を決めた。また、会合毎に議事録を作成して進捗状況をお互いに把握することとした。

5.2 活動期間について

活動期間は以下に示す幾つかの時期に分けることができる。

- (1) 機器及び現象の説明
- (2) 問題となった現象の再現と観察
- (3) 実験
- (4) データの解析と現象の解明
- (5) 理論モデルの作成と実験結果との比較
- (6) 成果報告書の作成

5.2.1 機器及び現象説明

クライアントより、対象となった機器についての説明を受け、現状と問題点の把握から始まった。以下、

詳細について記す。

- (1) 遠心分離機の各種方式の説明を受けた。
- (2) 業界の現状、最新機器の状況について説明を受け、機器に対する知識の獲得を行なった。
- (3) 対象となる機器のカタログや資料の配布を依頼した。
- (4) 問題となった現象の説明を受け、疑問点について聞き取りを行なった。
- (5) 図面に基づき、個々の部品についても機能と役割、材質等について説明を受けた。

5.2.2 問題現象の再現と観察

問題が発生した実際の機器を研究室に搬入し、問題となった現象の再現と観察を行った。振動発生実験を行う上での危険を避けるため、実験室内のピットに対象機器を設置することにした。まず、機器をセットするためのピットの改造工事を行った。必要機材の選択、安全に関する相談を受け、教官側はアドバイスを行なった。

次に、提供された機器を改造して、遠隔監視、遠隔運転が出来るようにした。機器の設置状況はテレビカメラで、現象は振動計測器を通じて観察した。運転条件を変更することによって、問題となった現象が発生して、観察することが出来た。この結果を踏まえて、今後のスケジュールの調整を行った。なお、活動内容は図1の活動の流れに、スケジュールは、表1の詳細スケジュールを参照願いたい。

5.2.3 実験

実験を通じて現象を支配すると考えられる幾つかのパラメータを決定した。計測方式についても検討を加え、計測機器の追加を行った。また、データ処理方式

図1 活動の流れ

表1 詳細スケジュール

年	月 日	内 容
1999年	3月25日	スイングローターの異常振動の原因解明と対策が持ち込まれた
	4月28日	実機持込, ヒアリング実施, ヒアリングメモ作成
	5月4日	作業分担決定 作業関連 (1) 回転数管理, 電気関係改造 (2) センサーの取り付け, セッティング (3) 安全確保 (防護壁設置, ビデオカメラ, 安全マニュアル作成) その他 (4) 渉外, 記録管理 (5) 実験計画作成 (6) 遠心分離機関連調査
	6月11日	方針決定, 役割分担確定, スケジュール決定, 本的活動開始
	7月22日	進捗状況報告 (安全確保, 計測系, 予備実験)
	9月9日	進捗状況報告 (ストロボによるビデオ撮影, 実験結果)
	9月29日	クライアントと打ち合わせ (1) 進捗状況報告
	9月30日	最終報告書作成までのスケジュール作成
	10月14日	クライアントと打ち合わせ (1) 進捗状況報告 (2) クライアントの実験データの説明
	11月27日	解析結果の中間報告
2000年	2月21日	最終報告書取りまとめ, 提出 クライアントに説明

の検討を行い, 必要となるデータの項目を定め, 運転条件を変えた実験を行い, 問題となる現象のデータを取得した。

5. 2. 4 データの解析

実験データの解析をおこなった。実験データの処理を行い, 現象を支配するパラメータについて整理を行った。問題現象について検討を行い, 現象の発生機構について討論を行った。また, 理論解析に必要な数値をデータ解析より決定した。

5. 2. 5 解析結果と実験結果との比較

現象を理解するために理論モデルを作成した。モデルの解析のために文献収集を行い, 勉強会を通じて, 問題点解決のために必要な項目を明らかにして行く作業を行った。その結果, 振動モデルの解析が可能となり, 現象を説明できることが出来た。また, 解析を通じて防振設計の提案に繋がった。

5. 2. 6 成果報告書の作成

活動を通じて得られた結果を報告書の形に纏めた。実験報告, 理論モデルの解析, 新しい設計提案等を纏めて報告書を作成した。

5. 3 収束期間について

成果報告書に沿って, クライアントに対し成果の説明を行った。発生した異常振動の原因について説明を行い, 改善点を提案した。その後, 借用した機器の撤

去, 返却を行なった。最後に, 学生及び教官から感想文を提出し, PBLプログラムを終了した。

6. 学生側より見た結果

学生から提出された感想文を整理すると下記の通りとなる。

- (1) 実際の商品を触った経験が刺激になった。
- (2) 製品化されているものを対象としているため, 分解, 改造の難しさを実感した。
- (3) 実験装置から解析モデルを構築することの難しさを実感した。
- (4) これまで培った研究手法を実際の製品に適用して問題解決を行う経験が新鮮だった。
- (5) 会社との交渉を通じての問題設定という得がたい体験を積むことができた。
- (6) チームワーク作業を通しての役割分担と取り組みの経験を積むことが出来た。

7. 教官側より見た結果

7. 1 準備

今回のテーマについては, 先に述べたとおり, 協力先会社から持ちこまれたもので, 広く公募したわけではなかった。研究室のホームページを見たクライアントから, 直接, 振動トラブル相談が持ち込まれた。こ

のようなケースによってPBLの題材が持ち込まれることもありうる。

7. 2 実施結果

- (1) テーマが研究室の得意分野に近かったため、比較的やりやすかった。
- (2) 学生自身がもっと積極的に解決手段、特にモデル化についてアイデア出しをすればさらに教育効果があがったと思われる。
- (3) 基礎固めのために、ローターダイナミクスの基礎を学習し、使える技術を学んだことは、有意義であった。
- (4) 決められた期日までに、報告書とプレゼン資料を作成させたことは有意義であった。

7. 3 教育効果

- (1) 実際の物に触れ、実際の問題を解決するという機会はめったになく、教育効果は大きい。
- (2) 作業分担、チームワークを学ぶことができた。

7. 4 協力体制

- (1) クライアント側担当者が多忙なため、連絡の頻度が十分でなかったことが問題として挙げられる。
- (2) 良好な結果が出始めると、当初の課題に対する結果が出ないうちに、クライアントから目下困っている、新たな課題が出され、学生の意欲をそぐ方向に働いた。
- (3) クライアントのメールシステムの安定度が低く、ファックスが通信手段の中心であったことが問題で、多くの時間をかけることになり、問題意識の同時共有やデータの保管に支障をきたした。

7. 5 学生スキル

- (1) 修士1年生であったため、振動に関する基礎知識を有しており、スキルアップには、それほど時間が掛からなかった。
- (2) 参加した3名とも当研究室で卒論を経験しているため、ソフトウェアの使い方、計測機器の使い方、報告書のまとめ方に関する基礎的素養を有していたことは、作業遂行上、大変有利であった。

7. 6 時間枠

- (1) 修士1年生で本格的にPBLを行うことは適当である。
- (2) 修士論文の開始時期を配慮しつつ、時間配分を行うべきである。夏学期で終了するテーマに取り組むのが理想的である。
- (3) 修士1年間を通してPBLに取り組んだ場合は、研究と作業との区別がつきにくくなり、修士論文の学術的位置付けに関する理解が深まらなくなる恐れを感じる。

8. 結言

以上、大学院修士1年次の学生を対象としたスキルアップを目的としたPBL教育プログラムとその成果について紹介した。学生側からの感想文から、問題設定と問題解決をグループで体験することを主旨としたPBL教育プログラムが修士課程1年次の導入教育プログラムとして有効に機能していることが感じ取れる。従来の大学院のカリキュラムは座学が中心であったが、学生主導で実際の問題に取り組んだことで、自発的な学習態度の獲得に繋がるものと期待できる。特に機械工学分野では修士論文の作業の中で設計に携わる機会が多いため、このプロジェクトを通じて得られた各種のスキルを修士論文の中で生かしてくれることを期待して結びの言葉としたい。

参 考 文 献

- [1] 平成11年度先導的起業家育成システム実証事業に係わる研究成果報告書、Ⅲ-1 (2000)
- [2] 渡邊辰郎, 金子成彦, PBL教育活動事例報告, 平成13年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.303-306 (2001)
- [3] 金子成彦, PBLを通じての設計教育, 日本機械学会関東支部第7期総会講演会講演論文集, pp.1-2 (2001)
- [4] 金子成彦, 機械力学教育へのPBLの導入, 日本機械学会2001年度年次大会講演資料集, No.01-1, VII, pp.37-38 福井 (2001)

著 者 紹 介

渡邊 辰郎

生年月日: 昭和17年10月23日
勤務先: 東京大学大学院
所在地: 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1
所属: 工学系研究科機械工学専攻
役職: 助手
著書: 日本の機械遺産/前田清志編著, 分担執筆-東京:オーム社, 2000.12.

金子 成彦

生年月日: 昭和29年2月3日
勤務先: 東京大学大学院
所在地: 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1
所属: 工学系研究科機械工学専攻
役職: 助教授
著書: 材料と機械の力学, 日本機械学会, 2001.1