



## 室蘭工業大学「エンジニアリング・デザイン教育ネットワーク」の活動報告

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2008-01-17 キーワード (Ja): キーワード (En): engineering design, ED, problem-based learning, PBL, faculty development, FD, education, collaboration 作成者: 風間, 俊治, 花島, 直彦 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/357">http://hdl.handle.net/10258/357</a>

# 室蘭工業大学「エンジニアリング・デザイン教育ネットワーク」の活動報告

風間 俊治<sup>\*1</sup>, 花島 直彦<sup>\*1</sup>

## Activity Report on "Engineering Design Education Network" in Muroran Institute of Technology

Toshiharu KAZAMA and Naohiko HANAJIMA

(原稿受付日 平成 19 年 5 月 23 日 論文受理日 平成 19 年 9 月 10 日)

### Abstract

Some of the faculties in Muroran Institute of Technology, who are interested in education regarding engineering design (ED), were networked and "Engineering Design Education Network" has been established in 2005. The network aims at discussion about hands-on classes of problem-based learning (PBL) and open-ended problems, faculty development (FD) of ED, exchange of ideas on practical teaching, and proposal for educational collaboration and cross-faculty projects. The seminars were held seven times during one and a half year. In this interim report the activity of the network is summarized to date and the points at issue are addressed.

Keywords: Engineering design (ED), Problem-based learning (PBL), Faculty development (FD), Education, Collaboration

### 1. 発足の背景と目的

近年、国内外を問わず、工学系高等教育機関の現場において「エンジニアリング・デザイン (Engineering Design, 以下, ED)」がクローズアップされている<sup>(1-3)</sup>. ED の定義<sup>(1,4-5)</sup>は未だに確定されていないようであるが、ひとつの拠り所として JABEE (日本技術者教育認定機構) の記述<sup>(1)</sup>が参考になる (附録A参照). ED を手短かに表現すれば、

正解がない問題に対する工学的解決能力あるいは技術者として身に付けておくべき重要な総合的工学実践能力などとなる。

分野や年代などにより多少の差異はあるが、工学系大学ならびに工業高等専門学校等のカリキュラムの最終学年には、「卒業研究」や「卒業計画」などの科目が設定されている。これらの科目では、低年次で学んだ知識を学生自らに多面的・複層的に復習させるとともに、設定されたテーマに対して、それまでに獲得した知識を統合ならびに応用させることにより、工学研究者あるいは技術者を育てるべく、実践的な取り組みが行われている。このようなトレーニングにより、各専門分野において幅広い工学的素養が培われていた。しかしな

\*1 機械システム工学科

がら、テーマの内容や実施方法は教員個人や各研究室に依存するところが大きく、全学生を対象に、カリキュラムとして体系的に、工学的なデザイン力や創造力を育むという視点では、必ずしも十分であったとはいえない。

本学の各学科のカリキュラムを見ても、2000年度前後を境として、設計、製作、発想、プレゼンテーション、PBL (Program/Problem-Based Learning, 問題設定解決型学習法)、フレッシュマンセミナー、実験、演習などの「実践」を重んじる科目名が増加している (図1)。著者らが所属する機械システム工学科においても、実践系科目を増やしたカリキュラムが運用されている。これらの科目を担当している教員は、自らが持てる資源と時間の中で、日々、精力的に授業を実施している。数々の智慧を絞って独自性を発揮しつつ、試行錯誤を繰り返しているが、個人や専門の近い教員グループでは、授業内容や方法の展開に限界がある。特に、現状の打破は難しい。その対策のひとつは、現場の担当者が学科等を横断して自由な雰囲気の中で情報交換し、互いの教育内容や工夫点や問題点などを話し合える場を設けることであろう。

これらを背景に、著者らは学内の有志らに「エンジニアリング・デザイン教育ネットワーク」を提案し、2005年秋に立ち上げた。2007年3月には、通算7回の講演会(勉強会)を開催し、本学全6学科を一巡した。そこで、本稿では、「エンジニアリング・デザイン教育ネットワーク」の発足の主旨や現在までの活動を中間報告としてまとめるとともに、ED教育の現場で指摘されている問題点を探る。なお、混乱を避けるため、以下では、当時の職名を用いる。

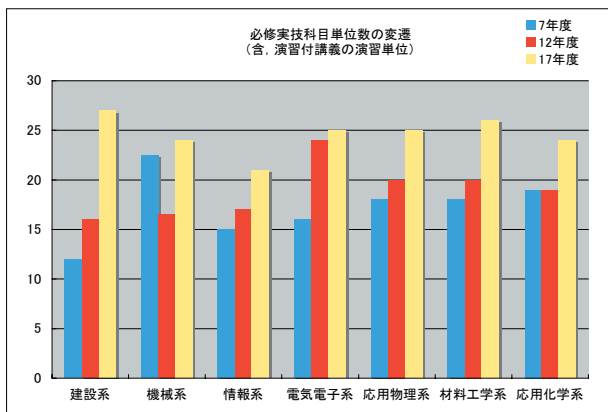


図1 必修実技科目単位数の動向 (筆者ら調べ)

## 2. 活動内容

ED教育ネットワークの活動は、不定期な講演会あるいは勉強会の開催から始めた(附録B参照)。そこでは、日々、現場で実践系科目に携わっている教員あるいはグループの授業内容の紹介やED教育に関する話題の提供をベースとして、互いに意見や情報の交換を行った。なお、学科間のパイプ役として、各学科1~2名の教員に世話人として参画頂き、講師あるいは話題提供者の推薦や紹介、調整や連絡などを依頼した(附録C参照)。講演会(勉強会)では、話題提供と、その発表内容を中心としたフリーディスカッションを通して参加者間でコメントやアドバイスを述べ合い、専門分野が大きく異なる実践系科目の実施内容について意見交換を行った。

具体的な活動をまとめると、以下の2点となる。

- i) 学内教職員が自由に参加できる勉強会の企画と運営
- ii) ホームページ (<http://www.mmm.muroran-it.ac.jp/~hana/eden/index.html>) やメーリングリストによる情報共有

そこで期待される主な成果は、以下の3点である。

- i) 学内における実践科目のノウハウや情報の共有と蓄積
- ii) 実践科目を実施する際に共通する問題点の認識や改善への提言
- iii) 複数学科等をまたぐ教育コラボレーションや教育プロジェクトなどの萌芽の育成

なお i) の一環として、以下のポリシーの下に講師からの提供資料をホームページへ掲載している。

- i) 資料へのアクセスは学内に限定
- ii) 著作権保護の観点から、PDFのセキュリティ機能により印刷のみ可に設定
- iii) 内容の変更や抽出は不可に設定
- iv) 著作権や情報保護の点で問題のある内容が含まれる場合には、適宜、修正または削除

## 3. エンジニアリング・デザイン教育ネットワークの実施内容

以下、第1回から第7回までの発表および質疑応答の概要について記す。

- ### 3.1 第1回 趣旨説明および材料物性工学科
- 平成17年11月17日(木)、13:00~14:00、A304講義室において、学科等を

またがる16名の参加者を得て、第1回講演会(勉強会)を開催した(図2)。はじめに、発起人のひとりである花島直彦助教授(機械システム工学科)が、パワーポイント資料を用いてエンジニアリング・デザイン教育ネットワークの概要を説明した。続いて、材料物性工学科の清水一道助教授が「創造的人材育成のためのもの作り教育の一試行」と題して、材料物性工学科における設計製図とフレッシュマンセミナーについて話題を提供した。

設計製図では、ゆとり教育の影響で数学の図形に関する学習内容が削減された背景もあり、学生の図形認識能力が衰えている点の指摘の後、これを高めるためのイメージトレーニング手法について述べられた。フレッシュマンセミナーでは、新聞等でも報道された卵落としコンテストについて説明があった。映像や記事を用いて、学生が熱心に取り組む様子が紹介された(この取り組みは前任地で10年程前から実施)。さらに、授業の一環として、本学の在学生とともに、近隣の小学校に出前授業を試行している内容についても説明があった。

引き続き行われた、参加者を交えたフリートーキングでは、学部2~3年生に対して継続してものづくり教育を行うに当り、スペースが不足していること、マンパワーが不足しているなどの指摘があった。



図2 第1回勉強会における趣旨説明

### 3.2 第2回 電気電子工学科

中根英章教授より「電気電子工学科のエンジニアリングデザイン教育の試行」と題して、2005年度の7~10月に電気電子工学科4年生を対象と

して試行的に実施された内容が紹介された。

卒業研究あるいは卒業論文(以下、卒論)に関する自由テーマとしたところ、テーマはエレクトロニクス関連が主となったこと、各学生には、A4用紙1枚のレポートを記録として残させるとともに、最後に3大講座でプレゼンテーションを行わせたことなどが説明された。

数あるテーマの中で、特に、ライントレースに関する内容について紹介された。このテーマは、分かり易く、選択者も多く、最後にはコンペティション形式とすることができたこと、これが学生のモチベーションを高揚させたこと、予備と本番のコンペティションで順位が入れ替わるなど、積極的な取り組みも多く見られたことなどが話された。なお、評価については、テーマが広範であったため難しかったこと、学生の評価は含めなかったことが述べられた。

試行を顧みて、ED教育の概念に対する教員間の共有化の難しさ、複数教員による指導の限界、適切なテーマの設定や方向付けの難しさ、特に卒論と平行実施のための時間的制約、段階的なアプローチや学生への働きかけの重要性、グループワークでのアイデア創出の難しさなどについて説明があった。

話題提供の後、コストの評価方法、グループ内での寄与率、テーマの設定法、場所の確保の問題などについて、参加者とのディスカッションがあった。

### 3.3 第3回 建設システム工学科

建設システム工学科建築コースの設計教育について、眞境名達哉講師より「建築系の設計教育の紹介」と題して話題が提供された後、質疑応答がなされた。

2年前期で行われている建築設計の授業について、課題の内容、授業の進め方、エスキースの方法、学生の作品が紹介された。生活を読むことから建物の形を提案させる課題を、グループディスカッション、エスキース、個人面談、ポスターと模型の発表会(優秀作品)を通して実施していることが発表された。また、マネージメント能力の育成も踏まえて、図書館のグループ学習用レイアウト依頼に基づく課題設定や輪西町のアイアンフェスタにおけるチャレンジショップ(大学院1年次)も紹介された。

質疑応答では、計画系と構造系の教育内容、就職先との関係などが論じられた。

### 3. 4 第4回 機械システム工学科

藤木裕行助教授より「機械系設計製図科目におけるED教育の検討」と題して話題提供された(図3)。

機械システム工学科のED系カリキュラムの紹介と機械製図の授業内容, 2次元手書き製図, CAD製図, 機械工作法実習との連携单元などについて説明があった。

話題提供後の質疑応答では, 製図とEDを意識した製図の差異, 授業時間外の活動時間のJABEE算出方法, 授業内容分量の適正度, 学科カリキュラムとの位置づけ, コスト教育, 意匠教育の必要性などが取り上げられた。



図3 第4回勉強会の様子

### 3. 5 第5回 機械システム工学科エンジニアリングデザイン発表会との共催

機械システム工学科では, 平成17年度にエンジニアリングデザイン教育委員会を発足させており, 毎年度, 「エンジニアリングデザイン発表会」を開催している。第5回は, この発表会との共催とした。

テーマは「機械システム工学科の3つの教育コースにおけるフレッシュマンセミナー」についてであった。具体的な提供話題は, 機械システム工学科の3つの教育コース(応用機械科学コース, 機械情報コース, 航空宇宙コース)で各々実施されている, 「ブリッジコンテストについて」(藤木助教授), 「ブロック玩具から何を学ぶか」(花島助教授, 湯浅助教授), 「ペットボトルロケット飛行機」(境助手)に関する内容であった。

藤木助教授からは, 理想と現実のギャップの理解, グループワークの重要性, プレゼンテーション技術の手解き, 友達作りへの一助, コンテストによるモチベーションの高揚などについて, 花島助教授, 湯浅助教授からは, 機械工学とメカトロニクスやソフトウェアとの融合, ゲーム性の取り込み, 作業日誌やTA( Teaching Assistant)チェックシートの活用などについて, 境助手からは, 航空工学の基礎知識の教授, 飛行テストの効用, 入学時の学習意欲の持続方法などに関する内容が発表された。

### 3. 6 第6回 応用化学科

松山春男教授より「応用化学科フレッシュマン・セミナーにおけるED教育」について発表された。フレッシュマンセミナーの実施内容, その中で実施されているED課題, ED教育のねらい, 目標, 実施方法, レポートの書き方, 評価法, 学生のレポートの例について紹介があった。なお, 授業内容は, 自分で課題(写真撮影できる題材)を見つけて, 授業時間外での作業を前提に, 図書館・インターネットなどで調査してレポート作成をすることにより問題発見能力と問題解決能力を養うものであった。レポートは1グループで1部作成させて, 評価は個人単位ではなくグループ単位で行った。

質疑応答の内容としては, 1年次段階における, ものづくり実習やポスター発表の是非, グループ分けの方法, 評価方法や採点基準, 学生の反応や希望などであった。

### 3. 7 第7回 情報工学科

佐藤和彦講師より「情報工学科における実践教育の取り組み(情報工学PBL:システム開発演習実施報告)」と題して, 2年生対象の「情報工学PBL:システム開発演習」で行ったシステム開発演習についての実施内容が報告された。続いてフリーディスカッションがなされた。

学生を3~4名のグループに分けて, コミュニケーション力や協調性を養うことにも焦点を当てて, グループ毎にソフトウェアの開発プロジェクトを実施したこと, 個人の能力以上にチームワークに焦点を当てたことが発表された。

質疑応答では, 授業時間外の作業時間, スタートアップの工夫, 担当教職員やTAによる差異, グループワークの方法や各自の貢献度, グループワークの工夫, テーマの年度毎設定, 制作プログラムの著作権やアイデアの帰属, 座学と演習のリンクなどについて意見の交換がなされた。

#### 4. 点検・評価と課題・提案

本ネットワークの活動について、世話人および講演者を対象として以下の7項目についてアンケート調査を行った。回答は5件であったが、貴重なコメントが多かった。回答に基づき、ここで簡単な自己点検と自己評価を行うとともに、いくつかの提案と今後の課題をまとめる（以下、番号は設問、→は回答、⇒は点検・評価を表す）。

i) 実践科目担当者の間の情報交換や話し合いの場を作ったが、効果的に運用されたか？また、どのような点が不足／改善点等として指摘できるか？

→他学科での取り組みや内容などが参考になったという意見と、一方で、それを実際に活用するには困難との意見があった。

⇒他分野との情報交換や問題点解決や将来構想へのヒントを得ることを主眼に置けば、概ね目的を達していると判断できる。

ii) 学内教職員が自由に参加できる勉強会を企画してきたが、効果的であったか？また、どのような点が不足／改善点等として指摘できるか？

→学科横断的な情報交換に対するポジティブな意見や効果的であったという意見がある一方で、参加者が固定されてしまっていることに対する問題提起もあった。

⇒毎回、複数学科からの教職員の参加を得ていること、しばしば予定時間を超過するフリーディスカッションや終了後の講演者との質疑応答が活発になされていることなどから、目的を達成しているといえる。ただし、参加者の層を厚くする対策は必要と考える。

iii) ホームページやメーリングリストによる情報共有のシステムを整備してきたが、効果的であったか？また、どのような点が不足／改善点等として指摘できるか？

→出席できなかった場合の情報収集の利便性を支持する意見がある一方で、利用者数や利用頻度の検討および参加対象者や連携対象者への周知方法の改善への要望もあった。

⇒オンデマンドの情報蓄積法は効果的といえる。開催通知はメーリングリストの他、WebCampusなども併用している。自由参加を前提としていること、各学科に世話人を依頼していることなどからも、ほぼ十分な周知手段であったと考える。ただし、開催日時や会場、あるいは実施方

法や内容などについては、今後、新たな展開も含めて検討を要するであろう。

iv) 学内における、実践科目のノウハウや情報の共有・蓄積はされたか？また、どのような点が不足／改善点等として指摘できるか？

→共有・蓄積されているという見方とされていないという見方があった。

⇒視点により意見は異なるであろうが、徐々に蓄積されているといえよう。今後は、資料の増加に対応した、整理、検索方法の検討も求められると考える。

v) 実践科目を実施する上での共通な問題点の認識や改善への提言はされたか？また、どのような点が不足／改善点等として指摘できるか？

→取り扱われたテーマや内容により、共通項目の有無で意見が分かれた。

⇒たとえば、系統的な（年次進行型の）ED科目群の設定と実施は、ひとつの大きな課題であろう。ED科目の連続的（全学年）設定の必要性は高い。一方で、現場では、担当教職員の不足が切実な問題となっており、対応を急ぐ必要があるといえる（ED科目は基本的に必修科目となるケースが多いが、このような状況を背景に、選択科目で設定する学科もある）。また、実習スペースの不足も大きな問題である。具体的には50～60人の実践系授業が実施できる規模の要望が多い。施設に関わる事項は、大学への継続的な働き掛けが必要であろう。

vi) 複数学科等をまたぐ教育コラボレーションや教育プロジェクトなどの萌芽は育まれたか？また、どのような点が不足／改善点等として指摘できるか？

→意見は分かれたが、関心は高いように読み取れた。

⇒一案として、外部講師の招聘、教育等改善経費等への申請、新しい活動も視野に入れた仕組みづくりなどが考えられる。なお、一部のづくり基盤センターの「ものづくり教育支援経費」の公募などに反映されている。

vii) その他、自由意見、コメントなど。

→将来の方向性を教職員や施設などの現状も踏まえた上で検討すべきとする意見があった。さらに、学生発表会の授業参観の企画や学科横断的なED科目の立ち上げなどの要望も寄せられた。

## 5. まとめ

学内で ED 系の実践科目の取組みが増えている実情を踏まえ、2005 年秋、「エンジニアリング・デザイン教育ネットワーク」を立ち上げた。全学科の各科目ならびに各担当で様々な試行錯誤が行われ、多くのノウハウが蓄積されていることを鑑み、これを実践系科目担当者間で情報交換や意見交換できる場を提供することを目的として進めてきた。教員の FD 活動の面も含めて、ものづくり系実習授業に補完されたカリキュラム構成を主に、各学科において着実に効果が表れてきているといえる。必ずしも大きなテーマを設定する必要性はなく、小さくとも学生の独創性を引き出せる内容とすることがポイントとなろう。今後は PBL や MOT、インターンシップ等を介した、卒業生や地域との連携、あるいは海外の教員や学生を取り込んだネットワークも視野に入れることで、新たな展開が期待できる。

一方で、実施スペースの不足や狭隘ならびに担当教職員の負担過重はきわめて深刻な問題であることも浮き彫りにされた。エンジニアリング・デザインの教育法についても唯一解はないといえるが、全学的な取り組みとして、引き続き、関係各々の理解と協力を得て、続ける必要がある。

なお、本ネットワークの話題提供資料については、ホームページ (<http://www.mmm.muroran-it.ac.jp/~hana/eden/index.html>) に掲載している(学内限定)。

## 謝 辞

「エンジニアリング・デザイン教育ネットワーク」の活動ならびに本稿の取り纏めには、建設システム工学科 真境名 達哉 先生、情報工学科 佐賀 聡人 先生、電気電子工学科 酒井 彰 先生、関根 ちひろ 先生、青柳 学 先生、材料物性工学科 清水 一道 先生、応用化学科 安居 光國 先生より、所属学科の世話人として尽力を頂いた。また、機械システム工学科 藤木 裕行 先生、湯浅 友典 先生、境 昌宏 先生、応用化学科 松山 春男 先生、情報工学科 佐藤 和彦 先生には、講演者として貴重な話題を提供頂いた。さらに、本学教職員の方々には、多忙の中、積極的に参加頂き、活発な討議ならびに各方面からの温かい支援を頂いた。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- (1) 日本技術者教育認定機構, 日本技術者教育認定制度 認定・審査の手順と方法, 2006 年度適用版, (2006), [evaluation2006\\_051216.pdf](#).
- (2) 日本技術者教育認定機構, 技術者教育とエンジニアリングデザイン, JABEE 国際シンポジウム資料, (2004).
- (3) 日本工学教育協会, エンジニアリング・デザインの指導法, 第 1 回ワークショップ資料, (2007).
- (4) Accreditation Board for Engineering and Technology, Criteria for Accrediting Engineering Programs, Effective for Evaluations During the 2007-2008 Accreditation Cycle, ABET, Inc., <http://www.abet.org/Linked%20Documents-UPDATE/Criteria%20and%20PP/E001%2007-08%20EAC%20Criteria%2011-15-06.pdf>
- (5) ABET Definition of Design, <http://www.me.unlv.edu/Undergraduate/coursenotes/meg497/ABETdefinition.htm>

## 附録A. 「エンジニアリング・デザイン」の語義

「日本技術者教育認定機構 認定・審査の手順と方法 (2006 年度適用)」の「5.1 基準 1: 学習・教育目標の設定と公開 (e) 種々の科学, 技術および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」より<sup>(1)</sup>

- (i) ここでいう「デザイン」とは、「エンジニアリングデザイン (engineering design)」を指す。すなわち、単なる設計図面制作ではなく、「必ずしも解が一つでない課題に対して、種々の学問・技術を利用して、実現可能な解を見つけ出していくこと。」であり、そのために必要な能力が「デザイン能力」である。デザイン教育は技術者教育を特徴づける最も重要なものであり、対象とする課題はハードウェアでもソフトウェア (システムを含む) でも構わない。
- (ii) 実際のデザインにおいては、構想力/問題設定力/種々の学問, 技術の総合応用能力/創造力/公衆の健康・安全, 文化, 経済, 環境, 倫理等の観点から問題点を認識する能力, およびこれらの問題点等から生じる制約条件下で解を見出す能力/構想したものを図, 文章, 式, プログラム等で表現する能力/コミュニケーション能力/チームワーク力/継続的に計画し実施す

る能力などを総合的に発揮することが要求されるが、このようなデザインのための能力は内容・程度の範囲が広い。このことを踏まえて、この項目(e)では、分野別要件や社会の要求などを考慮し、学部教育として適切な学習・教育目標を具体的に設定することが求められている。

同「5.3.2 教育方法」より

(1) (略)... なお、デザイン能力の教育は、技術者教育の成果として求められる多くの能力を総合的に発揮して問題を解決する能力（以下、統合化能力という。）の養成が基本となる。デザイン能力の教育を種々の科目に分散して行っている場合には、統合化能力を養成しているか（例えば、デザインを体験させているか）、また、卒業研究でデザイン能力の教育を実施している場合には、全員に対して適切なデザイン能力の教育を行っているかについて、留意する必要がある。

#### 附録B. 活動内容（勉強会スケジュール）

- 第1回 平成17年11月17日(木) 13:00～, A304  
「エンジニアリング・デザイン教育ネットワークの主旨」機械システム工学科 花島直彦  
「創造的人材育成のためのもの作り教育の一試行」材料物性工学科 清水一道
- 第2回 平成17年12月15日(木) 15:00～, N103  
「電気電子工学科のエンジニアリングデザイン教育の試行」電気電子工学科 中根英章
- 第3回 平成18年2月2日(木) 15:00～, N103  
「建築系の設計教育の紹介」建設システム工学科 眞境名達哉
- 第4回 平成18年5月17日(水) 11:00～, A305  
「機械系設計製図科目におけるED教育の検討」機械システム工学科 藤木裕行

- 第5回（共催） 平成18年9月12日(火) 13:00～, C207  
「機械システム工学科の3つの教育コースにおけるフレッシュマンセミナー」について  
・ブリッジコンテストについて（応用機械科学コース） 機械システム工学科 藤木裕行  
・ブロック玩具から何を学ぶか（機械情報コース） 機械システム工学科 花島直彦, 湯浅友典  
・ペットボトルロケット飛行機（航空宇宙コース） 機械システム工学科 境昌宏
- 第6回 平成18年12月22日(金) 13:00～, A309  
「応用化学科フレッシュマン・セミナーにおけるED教育」応用化学科 松山春男
- 第7回 平成19年3月6日(火) 10:40～, Y103  
「情報工学科における実践教育の取り組み（情報工学PBL:システム開発演習 実施報告）」情報工学科 佐藤和彦

#### 附録C. 世話人（\*は発起人）

所属学科	世話人
建設システム工学科	眞境名 達哉
機械システム工学科	風間 俊治 *
機械システム工学科	花島 直彦 *
情報工学科	佐賀 聡人
電気電子工学科	酒井 彰 (平成17年度まで)
電気電子工学科	関根 ちひろ (平成18年度から)
電気電子工学科	青柳 学
材料物性工学科	清水 一道
応用化学科	安居 光國