

# 金沢大学機能機械工学科における力学教育のボトムアップ

Bottom-up Education of Dynamics in Department of Mechanical Systems Engineering Kanazawa University

○喜成 年泰<sup>\*1</sup> 泉田 啓<sup>\*1</sup> 直江 俊一<sup>\*1</sup> 野村 明人<sup>\*1</sup> 安達 正明<sup>\*1</sup>  
Toshiyasu KINARI Kei SENDA Shunichi NAOE Akito NOMURA Masaaki ADACHI

キーワード：力学、数学、キャッチアップ教育

Keywords: Dynamics, Mathematics, Catch-up Education

## 1. はじめに

金沢大学工学部機能機械工学科は 2002 年度に日本技術者教育認定機構 (JABEE : Japan Accreditation Board for Engineering Education) による教育プログラムの認定を受けた。JABEE では厳密な成績管理が求められることは当然として、教育手法や教育環境の継続的な改善活動も重要視されている。多様な入試制度によって入学してくる本学科在学生の中には、残念ながら、厳格な成績評価に耐えきれない学生が皆無とは言えなかった。その対策としてさまざまなキャッチアップ教育システムを大学全体、工学部全体、学科独自で工夫してきたが、本報告では低学年におけるボトムアップ教育の一環として、ここ数年で行ったシステム改善事例を紹介する。

## 2. 従来の本学科における専門基礎科目

本学においては低学年では主に教養科目を中心に受講させ、学年進行にともなって専門科目の比率を高めていく、いわゆる「楔型」教育を実施している。その中で 2002 年度入学生までは数学・物理学といった機械工学の基礎となる教養科目に加えて、概ね以下のようないくつかの専門科目を受講していた。

1 年生前期：機能機械工学序論(導入科目)

1 年生後期：機械解析基礎、工業力学、……

2 年生前期：材料力学 1、振動工学 1、……

2 年生後期：流れ学 1、熱力学 1、……

機械工学の分野で 3 力、4 力と呼ばれる講義が始まると準備の段階として、1 年生後期に開講される工業力学は(本学のようにかつて教養部の存在した大学では)理学部出身の教官が担当し、その教育レベルは学力が最上位の学生のレベルで講義されることが多い(図 1 の概念図(a)) ように感じられる。そこで本学科では材料力学を担当している教官が工業力学も担当し、上位

\*1 金沢大学大学院自然科学研究科機能機械科学専攻

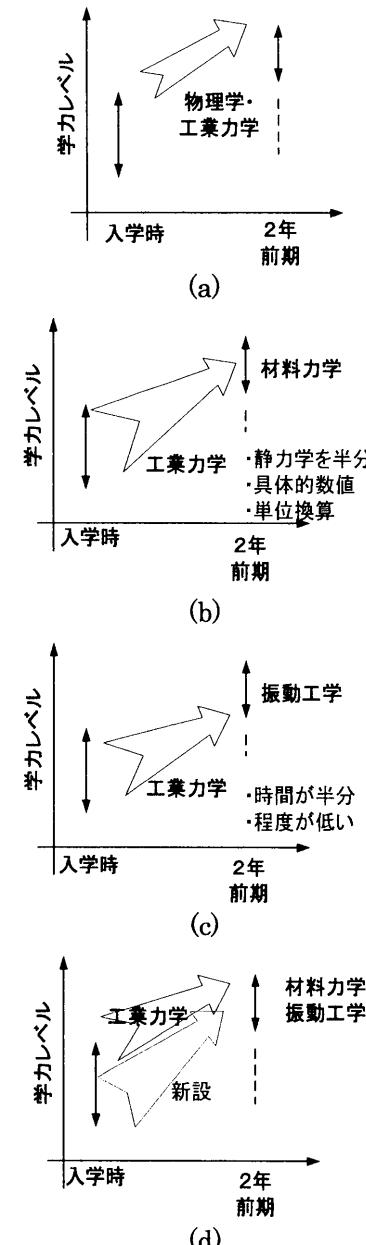


図 1. 学年進行による学力レベルの概念図

の学生にとってはやや退屈な程度までレベルを落とし、内容は①講義時間の半分を静力学に割き、②具体的な数値を計算させ、③工学単位と SI 単位のどちらにも対応できるトレーニングに重点をおいたもの（図 1 の概念図(b)）としていた。その背景には高校までのカリキュラム内容が以前よりも減少し、高校までの数学と物理学では大学の専門科目を学ぶためには不十分であり、基礎科目の習得が不十分なままでは学年が進むに連れて専門科目の学習が困難になる現状がある。

図 1 (b) のようにカリキュラムを変えて全てうまくいったかというと、それではもう一方の 2 年生前期開講科目である振動工学の準備がじゅうぶんでないことが（図 1 の概念図(c)）が明らかになってきた。「通常の工業力学」に比べて動力学に関しては質・量ともに半分程度しか講義していないからである。

その打開策として、他学科で開講されている工業力学のシラバスを調査し、本学科のカリキュラムに最も適合する講義（レベルは高いことを承知で）を本学科でも開講することにした。ただしその場合でもボトムアップは必要であるとの認識から「専門科目を学ぶために必要であるが、高校までの数学と物理では不十分な内容のトレーニングに重点をおいた」講義を新設すること（図 1 の概念図(d)）にした。

### 3. 数学・物理学の手作り問題集

2001 年度から本学科では数学と物理学の基礎問題集を作成し、学生の自習用教材として利用している。その位置づけは、低学年で学ぶ数学・力学・物理学の基礎科目をしっかりと習得し、専門科目の履修に必要な基礎知識を確認・習得するためのものである。

作成に際しては、専門基礎科目（熱力学、材料力学、振動工学、流れ学、制御工学）担当教官に対する「数学・物理学についていつの段階でどれくらいの予備知識が必要か？」というアンケート結果を基に、第一案を数学・物理学の教官が作成し、さらにそれを基礎科目担当の教官の意見を取り入れて若干の修正を加えた。

①入学時に配布し、②1 年前期から 2 年前期の間に、範囲を予め指定して 4 回ぐらい簡単なテストを行う。③答案は相談教官が採点し、学生に返却する。という利用方法をとっている。学生が苦手とする事項を教官が把握（授業展開の参考）する効果も期待してのことである。

1 年間実施しての最も大きな問題点は「成績に反映されないテストの勉強には学生は身が入らない」という点であった。せっかく学科で努力したキャッチアップ教育の効果をあげるために、この小テストの成績と解説も新設科目の中に取り入れることにした。

### 4. 機械解析入門（1.5コマ、2 単位）の新設

以上の経緯から 2003 年度後期に 1 年生を対象とした数学、物理学、工業力学、材料力学、振動工学の 5 担当教官による「一風変わった」コラボレートネットワークによる 1.5 コマ(135 分)・2 単位の講義を新設した。学生の学習目標には以下のことを指定した。

1. 力学や物理学に必要な数学的手法（多変数の積分、ベクトルの内積と外積など）に習熟する。
2. 次元解析や単位換算により物理量の意味を理解する。
3. 重心の意味を理解し、多変数の積分を用いて重心位置などを正しく計算できる。
4. 質量と慣性モーメント、運動量と角運動量、力と力のモーメント、エネルギー等の力学量を理解する。
5. 運動の法則を理解して使いこなすとともに、運動方程式を導出できる。
6. ベクトル演算を用いて、各種の力学量や運動方程式を求めるに習熟する。
7. 簡単な運動方程式を解いて運動を求める。

一見すると工業力学のシラバスと区別が付かないが、「力学はトレーニングが必要」なことは繰り返し強調し、  
 • 必ず自分の頭で考えて理解し、自分で解く。  
 • 演習と提出課題を解けるようになるまで繰り返し行う。  
 • 基礎問題集の問題は全て解く。  
 ことを義務づけた。

講義の前半 90 分は工業力学の演習に相当する力学で、講義の流れ（例）は以下のようである。

1. （前週の）演習問題の解説  
 （間違いの多かった事項の説明）
2. （前週の）提出課題の解説
3. （今週の）提出課題を解く上での復習事項
4. 演習 10～15 分（前週提出課題の類題）
5. （今週の）提出課題の指定

後半 45 分（延長になることが多い、学生の不評をかった）では数学・物理学の小テストとその解説、ミニ講義などを行った。

### 5. 実施の効果

新設講義の効果は、このトレーニングを受けた学生達の学年が上がっていないかと判明しないが、15 週の講義実施後に行ったアンケート結果には以下の自由記述が多かった。

- ・復習が中心だったので勉強している気になった
- ・実際の演習問題を通して内容は定着したと思う

工業力学担当教官も（同一科目を開講している他学科に比べて）「基礎的な問題を間違う学生が少なかった」という印象を述べている。