

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 10 月 14 日現在

機関番号：52201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350216

研究課題名(和文) 材料力学教育を通じた教材と教示方法に関する国際比較研究

研究課題名(英文) A international comparative study of material mechanics educational program

研究代表者

伊澤 悟 (IZAWA, SATORU)

小山工業高等専門学校・機械工学科・准教授

研究者番号：00232223

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：日本・アメリカ・ドイツの工業先進国の機械系学科における材料力学カリキュラムの比較を通じて、高専と大学における日本型工学教育の特徴について調査した。この結果、日本、アメリカ、ドイツにおける材料力学において、開設単位や講義時間は日本の高専が最も多いが、学習項目の内容には各国で大きな違いはない。また、教育方法や教科書については、各国それぞれに特徴がみられた。日本では寺子屋型に黒板を使った講義が多く、アメリカやドイツでは、講義中にディスカッションを多く取り入れるとともに、演習の時間も確保している。日本の教科書はドイツと同様に基礎概念について網羅しているが、演習問題はアメリカと比較して少ない。

研究成果の概要(英文)：This study presents an international comparison of the mechanics of materials curricula, which is part of the core mechanical sciences curriculum in engineering education. In this report, the curricula shown below were surveyed in an analysis of the syllabuses of Japanese technical institutes and universities and American and German universities. While there is only one lecture per week for each subject in a Japanese educational institution, it is customary for American and German institutions to have at least 2 lectures per week. The format in Japanese institutions is one-way communication from the lecturer at the blackboard, while in American and German institutions, "lectures" often incorporate discussion as well as lab sessions. Each nation also requires time to be spent on private study and homework; the U.S. puts special emphasis on task-based learning, counting it at about 30% of the grade, much more than in other nations.

研究分野：工学教育

キーワード：材料力学 カリキュラム シラバス 国際比較

1. 研究開始当初の背景

材料力学は機械設計との関係性が高く、機械系カリキュラムの中では基幹科目として最も重要な科目のひとつとして位置づけされている。教育に関する国際比較研究は、「理科教育の国際比較」(国立教育政策研究所)に代表されるような教養科目のカリキュラム構成と学習到達度に関する研究が多い。

本研究では、特に材料力学教育カリキュラムに関する日本・アメリカ・ドイツの工業先進3ヶ国の機械系学科における講義形態と教材の面からの国際比較研究を通じて、グローバル社会で力を発揮する技術者の育成に必要な効果的な材料力学教育プログラムについて研究を行う。

2. 研究の目的

本研究では、工学教育の分野における国際比較研究としてコアカリキュラムである材料力学教育カリキュラムについて調査した。ここでは、日本・アメリカの機械系学科における体系化している材料力学科目のカリキュラムの比較を通じて、工業高等専門学校と大学における日本型工学教育の特徴について研究を行うとともに、外国における良い教育システムを高専教育に還元することを目的としている。

3. 研究の方法

本報告では、日本の高専・大学、アメリカおよびドイツの大学機械系学科における材料力学教育について、インターネットに公開されているシラバス分析によって調査を行った。調査対象と学校数を表1に示す。機械系学科を有する日本の高専と国立大学に加えて、無作為抽出しシラバスの確認が出来た、アメリカ、ドイツの大学に対して調査を実施した。

ここでは、開設単位数や学習項目といった純粋なカリキュラム構成の他に、特に講義の形態と関連性の深い成績評価の内容に着目し、両国の特徴が明確である教科書と共に比較検討を行った。合わせて、実地調査やアンケート調査についても実施した。

表1 調査対象

機関	高専		大学	
	日本	48	米国	ドイツ
調査数	52	48	35	20

4. 研究成果

4.1 開設単位

昭和47年の日本機械学会教育資料調査分科会報告では、全国89の国公立の大学機械系学科の材料力学教育に関して、開校時間数、講義内容(含む教科書)、実験との関連などの項目について、アンケートによる調査結果が公表されている<sup>1)</sup>。

本研究では、このアンケートを参考にして、国内外の高専・大学等の機械系学科における材料力学教育について、インターネット

に公開されているシラバスの調査によってカリキュラム分析を行い、先の日本機械学会の調査結果と比較検討することで、現在と過去および高専と大学との材料力学カリキュラムの相違について考察する。

図1に日本の高専におけるカリキュラム中に占める材料力学の開設単位数、図2に大学における開設単位数の分布を示す。

昭和47年の大学調査では、開設単位数は2~6単位まで広く分布しており4単位大学が多くを占めている。これに対して今回の大学調査では、2単位または4単位が占める割合が多く両者の二極化の傾向を示し、先の日本機械学会の調査結果と比較して材料力学の開設単位数が大きく減少してきている。これに対して高専では3~5単位と、過去の大学調査結果と同様に4単位を山の中心とした分布を示した。

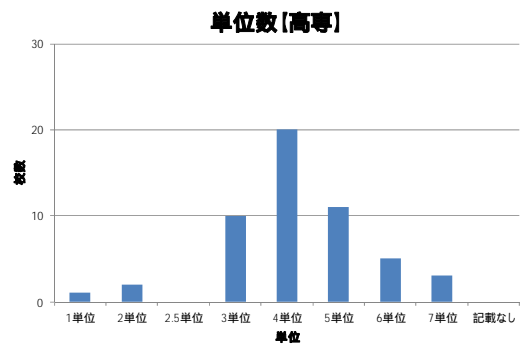


図1 高専における開設単位数

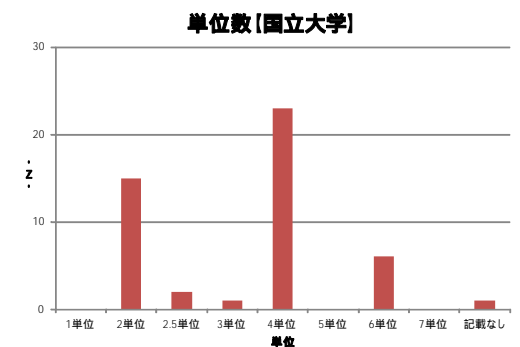


図2 大学における開設単位数

表2に各国の教育機関におけるカリキュラム中に占める材料力学の開設単位数の平均値を示す。

表2 開設単位数

機関	高専	大学	米国	ドイツ
単位数	4.3	3.5	3.7	5.7

日本では、多くの高専で4単位を必修単

位化、大学では、開設単位が同じ4単位でも2単位を必修、残り2単位を選択科目化している大学が多い。また、アメリカの大学の開設単位数の平均値は日本の大学とほぼ同様の3.7単位であった。ドイツは単位の換算および講義の開設が日米とは異なるが、必修単位として工業力学と組み合わせた単位として構成されることが多い。

#### 4.2 成績評価

日本とアメリカについて、成績評価システムについて比較検討を行った。アメリカの大学における成績評価は非常にシビアであるため、シラバスに詳細な成績の評価基準を記載して明確化している。近年、日本でもJABEE審査等の影響もありシラバスの利用が定常化してきているため、この成績評価基準についても比較検討を行った。

図3に成績評価に占める試験、宿題や演習、発表などその他の割合を示す。各教育機関ともに試験を重視しているが、ここでは、大学(米国)、大学(日本)、高専の順に、成績評価中の試験の占める割合が高くなっている。高専は、学校間格差が少なくシラバス中に記載された課題や演習の評価割合は、試験8:課題2の学校が多かった。

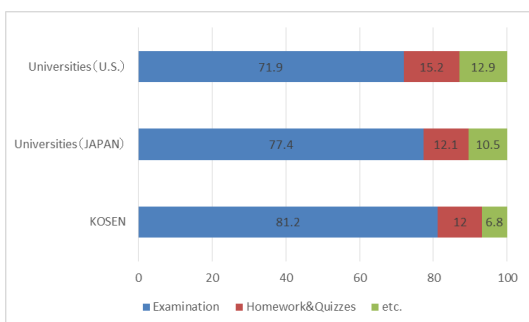


図3 成績評価に占める評価項目の割合

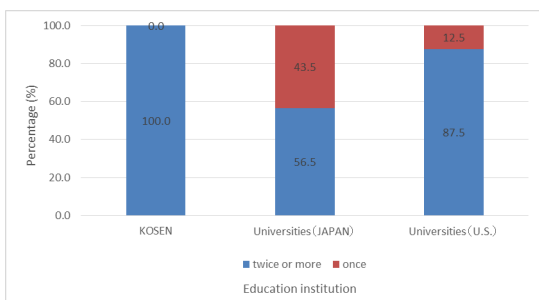


図4 試験の回数(1 Semesterあたり)

図4に半期、米国における Semester に相当する期間中に実施した試験の回数を示す。高専は調査した学校のすべてにおいて中間試験を実施している。短いスパンで定期的に試験を複数回行い、これと課題学習を組み合わせる傾向が強い。これに対して、日本の大学では全体として試験の回数が他機関と比較して少ない。ここ

では、学期末試験の1回の試験で成績評価を行う大学と、アメリカと同様にレポートや演習課題を組み込んで多項目で成績評価を行う大学に二極化の傾向が見られた。対照的に、アメリカの大学のほとんどは成績評価に含まれる項目が多岐にわたり、試験の他、課題、小テスト、演習、更に口述試験、実験レポートなどが評価項目に付加するなど定常的な講義における評価ポイントが高かった。図5はアメリカの大学において採用している、評価項目ごとの採用割合を示した。

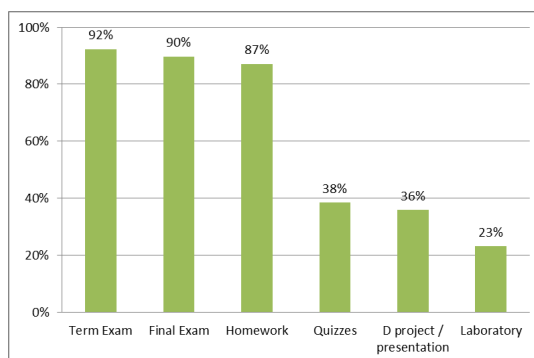


図5 成績評価の項目と採用割合(米国)

#### 4.3 講義の形態

日本の教育機関では、週に1回の講義を開講しているのに対し、アメリカとドイツにおいては、1週間の間に講義日が2回以上あることが通常である。講義の形態は、日本では寺子屋型に黒板を使った講義が多く、アメリカやドイツにおいては、講義中にディスカッションを多く取り入れるとともに、演習の時間も確保している。また、各国で自学自習の時間や Homework の時間が確保されており、特にアメリカでは課題学習に対する成績評価の割合が約30%を占め、他国に対して大きな値を示す。

#### 4.4 教科書

教科書に記載された学習項目については、国間格差や教科書の全体を構成している内容に大きな違いはない。材料力学が機械系のコア科目として広く浸透していることが分かる。

違いは教科書のボリュームと演習問題の違いに現れる。特にアメリカでは、教科書は非常に分厚く重たいものであるが、それらは演習問題の多さに直結している。

これに対して、日本の教科書はドイツと似たような傾向がある。教科書のボリュームが薄くても概念等の基礎についてはおおよそ網羅しているが、演習問題の問題数はそれほど多くない。教科書については、戦前に日本に影響を与えたドイツ型の教科書の影響が現在も継続していることが分かる。各国ともに図表の3D化や写真の利用が増加傾向にある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

伊澤 悟, 高専と大学における材料力学カリキュラム分析, 小山工業高等専門学校研究紀要第47号, 2014, pp. 51-54

伊澤 悟, 材料力学教育プログラムの国際比較研究, 小山工業高等専門学校研究紀要第48号, 2015, pp. 47-50

〔学会発表〕(計5件)

伊澤 悟, 高専と大学における材料力学カリキュラム分析, 日本工学教育協会平成26年度工学教育研究講演会論文集, 査読なし, 2014,

伊澤 悟, 材料力学教育プログラムの日米独比較調査, 第19回高専シンポジウム in 函館, 査読なし, 2015

伊澤 悟, A Comparative study of Material Mechanics educational program in Japan and United States, 6th North American Materials Education Symposium booklet, 査読なし, Satoru IZAWA, 2015

伊澤 悟, 材料力学教育プログラムの日米独比較調査, 日本機械学会技術と社会部門講演会, 査読なし, 2015

伊澤 悟, 日米独における材料力学教示法の相違について, 第20回高専シンポジウム in 香川, 査読なし, 2016

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

伊澤 悟 (IZAWA, Satoru)

小山工業高等専門学校・機械工学科・

准教授

研究者番号: 25350216