

工学部新入学生に対する学習支援効果の検証

Study on the Learning Effect of the Supplementary Lesson System
for the First-year Students in the College of Engineering

牛越恵理佳*, 三木秀夫*, 伊藤光雅**, 加藤 樹*, 濱田 誠*, 町 敬人***, 宮田成紀***,
水野貴敏*, 豊田昌史*, 日下芳朗*, 黒田 潔*, 佐藤健治*, 菅原昭博*

Erika Ushikoshi*, Hideo Miki*, Mitsumasa Ito**, Tatsuru Kato*, Makoto Hamada*,
Takato Machi***, Seiki Miyata***, Takatoshi Mizuno*, Masashi Toyoda*, Yoshiaki Kusaka*,
Kiyoshi Kuroda*, Kenzi Sato*, Akihiro Sugawara*

*玉川大学 工学部, **サレジオ工業高等専門学校,

***国際超電導産業技術研究センター

*194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1, **194-0215 東京都町田市小山ヶ丘 4-6-8,

***213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1

*College of Engineering, Tamagawa University,

**Department of General Education, Salasian Polytechnic

***International Superconductivity Technology Center

*6-1-1 Tamagawagakuen, Machida, Tokyo 194-861, **4-6-8 Oyamagaoka, Machida, Tokyo 194-0215,

***3-2-1 Sakado, Takatsu-ku, Kawasaki, Kanagawa, 213-0012

Abstract

This paper presents a study of the effects on learning of supplementary lesson system for first-year students in the college of engineering. Firstly, it reports on attendance records and questionnaire results with regard to mathematics supplementary lessons. Secondly, it analyzes the correlation between the level of attendance of the physics supplementary lessons and the change in level of scholastic ability in physics. It conforms that a large percentage of students, who regularly attend those lessons show a marked improvement in their basic scholastic achievement.

Keywords: Physics Education, Mathematics Education, First-year Students, First-year Education,
Supplementary Lesson System

1. はじめに

「知識基盤社会」の時代において、科学技術や学術研究の世界的な競争力を担うことのできる人材の育成は、各国において国力の基盤と認識されている¹⁾。しかし近年、我が国においては工学部への進学を希望する学生が減少する、所謂「工学離れ」が多方面より指摘されている。さらに、平

成4年度からの小中学校における理数科目の授業時間や、平成6年度からの高等学校の学習指導要領の理科修得科目が3科目から2科目への減少、さらに平成15年度より科目選択制の拡大と履修時間の減少が進行したためか²⁾、数学や物理学の十分な基礎学力を身につけていない工学部生が増加している。

科学技術に対する基礎的素養の向上を目標とする本学工学部において、初年次学生の理数科目の基礎学力不足への対応は、重要な問題である。実際に、大学数学や物理学を履修する段階で、1次関数のグラフの描写をはじめとする数学の基礎的な内容に対して苦手意識を頂いている学生、また工学部に在学しながらも高校時に「物理Ⅰ」を履修していない学生や、履修していたとしても殆ど身につけていない学生は少なくない。このような状況において、不足している基礎学力の補填と、高等学校と大学間の物理学および大学数学への接続を円滑にするため、本学工学部の機械情報システム学科、ソフトウェアサイエンス学科およびマネジメントサイエンス学科の全3学科では、物理学においては本年度より新しく選択科目「物理学入門」、数学においては例年通り「解析学入門」「代数学入門」「数学入門」を開講した。しかしながら、数学と物理学の基礎知識の不足により、それぞれの正課講義に対応できない学生も少なからず存在する。そこで本年度より、初年次学生を対象にポートフォリオを用いた予復習支援制度（通称：予復習支援時間）を発足させた。予復習支援時間は、1単位に必要な30時間の自学自習時間の補填として、数学や物理学の専門知識を有したチューターの下で、授業の予習復習を行なう。この予復習支援を通して、初年次教育において大学教育における学習習慣を身につけ、正課講義内容の理解を深めることで、その後の専門科目履修に耐えうる基礎学力の養成を目的とする。

本稿の構成は以下のとおりである。2章では、数学教育における学習支援活動について述べる。3章では、物理教育における予復習支援実施と学生の学力変遷の関係について分析を行なった結果を記す。

2. 数学教育における学習支援

本章では、数学教育における学習支援活動について述べる。主に今年度から実施した予復習支援時

間について議論し、出席状況及びアンケート結果をもとに、その学習効果についての考察を行う。

2.1 学習支援の対象科目

平成25年度の数学関連科目の中で、学習支援の対象とした科目を以下に示す。

1. 春学期
 - 解析学入門
 - 代数学入門
 - 数学入門
2. 秋学期
 - 解析学Ⅰ
 - 代数学Ⅰ
 - 解析学入門
 - 代数学入門

春学期の「解析学入門」は、主に高校で微分積分を学んだことがある学生が対象の科目であり、履修者数は1年生の約4割であった。

春学期の「代数学入門」は、高校での数学の知識をあまり必要としないため、1年生の9割以上が履修した。

秋学期の「解析学入門」と「代数学入門」は、主に再履修者向けに開講されたものである。

「数学入門」は、微分積分学を学ぶために必要な基礎知識を学ぶ科目であり、1年生の約6割が履修した。春学期に「数学入門」を履修した学生の多くは、引き続き秋学期の「解析学入門」を履修する。

「解析学Ⅰ」、「代数学Ⅰ」はそれぞれ、「解析学入門」、「代数学入門」の後続科目である。

2.2 学習支援の概要

数学教育における主な学習支援活動として、初期試験の実施、予復習支援時間、中間試験の補講、質問応対が挙げられる。初期試験と予復習支援時間については、次節以降に詳述する。

「解析学入門」（春学期）、「代数学入門」（春学期）、「解析学Ⅰ」、「代数学Ⅰ」におい

ては、中間試験を2回行っており、その再試験を中学校・高等学校などで豊富な教育経験をもつチューター2名の下で実施している。中間試験の得点が基準点未満の学生が対象となっており、補講という形で合格水準に達するまで懇切丁寧な指導を行っている。

またチューター2名は、それぞれ週2日、予復習支援室に待機し、学生の質問に対応している。学生は空き時間を利用し、1人では解決できない授業の不明点・疑問点を解消することができる。

2.3 初期試験の概要と結果

入学時点の学習レベルを把握するため、毎年4月のガイダンス期間に試験を行っている。数Ⅰ、数Ⅱ、数Ⅲ、それぞれ範囲からまんべんなく出題し、その結果からどのような科目を配当すべきか、またどのような学習支援を行うべきかを検討する。また初期試験の成績をもとに、学生にはどの科目を履修すべきかのアドバイスを行っている。

今年度の初期試験の結果を図1に示す。欠席者を除く1年生256名が受験し、平均点は26.2点(52点満点)であった。数Ⅲを高校で学んでいない学生がいることなどを考慮しても、この結果は大学入学時の学力が十分でない学生が多いことを示している。また中学校の内容の問題もおぼつかないものが若干名いることもわかった。以上のことから、1年次の配当科目に対して、授業時間外の学習支援活動の必要性・重要性が窺える。

2.4 予復習支援時間の概要

カリキュラムの変更(16単位制度)に伴い、科目1単位当たりに必要な30時間の自学自習の補填及び自学自習の習慣を学生に身に付けさせるため、平成25年度から以下の科目に対して、予復習支援のための時間を設けた。

1. 春学期

- 解析学入門

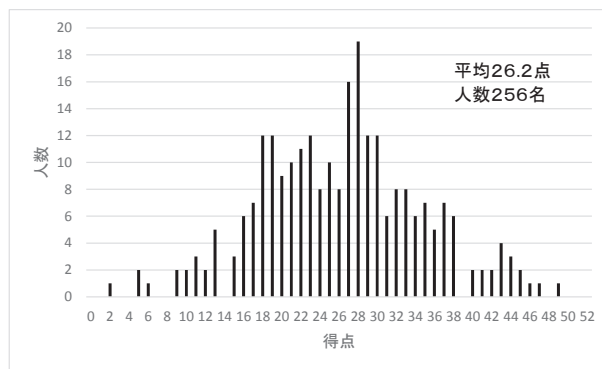


図1 平成25年度初期試験結果(数学)

- 代数学入門

- 数学入門

2. 秋学期

- 解析学Ⅰ

- 代数学Ⅰ

以下、本稿では春学期に実施した予復習支援時間について言及する。

予復習支援時間の実施内容は、学生の自学自習の時間である。監督するチューターは、学生からの質問に対応したり、私語・居眠りなどの勉強以外の行為を注意したりする。また補助プリントの配布や、ノートの使い方など学習姿勢についてのアドバイスも適宜行った。「数学入門」に関しては、途中から自学習形式ではなく演習形式に変更した。

予復習支援時間は正課講義ではないため、時間割の空いているところに設定せざるを得ない。そこで予復習支援時間のクラス編成は、学科ごとに行った。また空き教室、履修人数を考慮して、1コマは50分とした。例えば、「ソフトウェアサイエンス学科対象の「代数学入門」の予復習支援時間は、月曜日の3時限(11:00～11:50)」という具合である。

予復習支援時間への出席を促すため、出席を点数として考慮し、成績評価に加えた。ただし面談等のやむを得ない理由で出席できない場合もあるため、成績評価の対象を最大10回分までとした。

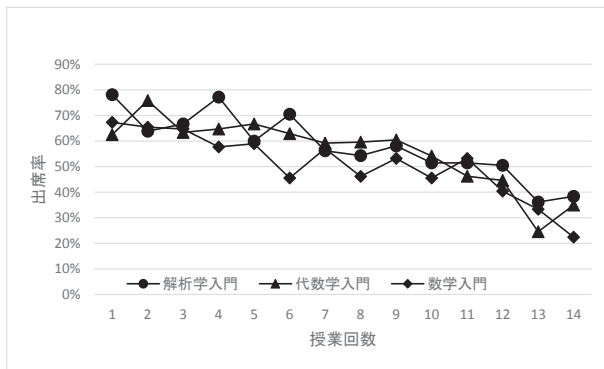


図2 予復習支援時間の出席率推移

2.5 予復習支援時間の出席状況

予復習支援時間への出席率の推移を図2に示す。科目によって出席率の大きさは異なるが、徐々に出席率は減少する傾向にある。

次に各科目の予復習支援時間への出席回数を図3に示す。成績評価の対象を最大10回分の出席にしたためか、どの科目も出席回数が10回あたりに多く分布している。ただ成績評価の対象にならない11回以上出席した学生が少なからずいたことは注目に値する。また出席0回の学生が多い点が気になるが、予復習支援時間に関する学生への告知の仕方に問題があった可能性がある。

2.6 予復習支援時間に対するアンケート結果

春学期に実施した予復習支援時間に対して、学生がどのような学習態度で臨んだか、またどのように感じていたかを調べるために、アンケート調査を行った。アンケートは予復習支援時間内ではなく、該当科目の授業時間内に実施した。本稿で紹介するアンケート結果は、4回以上出席した学生のみに対しての質問で、回答率は該当科目の履修者の約80%である。

「予復習支援時間に出席した理由は？」（複数回答）に対するアンケート結果を表1に示す。結果は、「点数をもらうため」に回答が集中しており、点数を与えることが出席する大きな動機付けとなっていることがわかる。しかし実際現場で

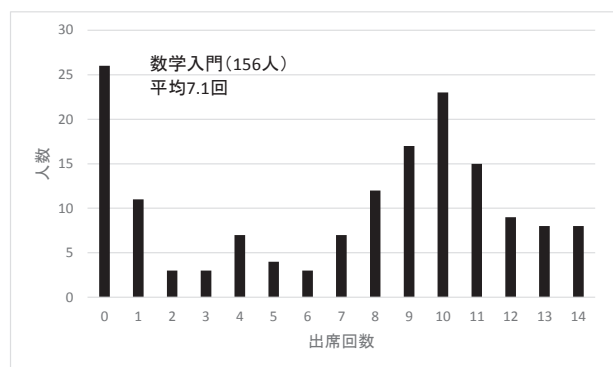
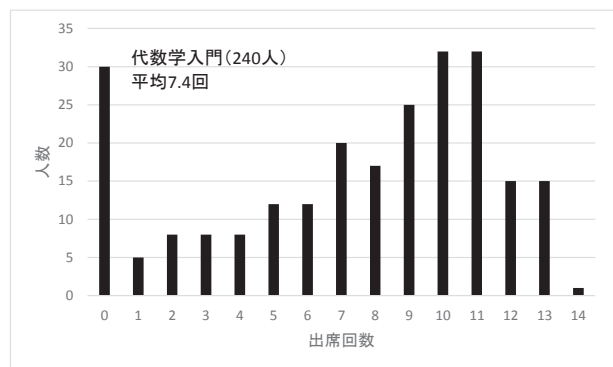
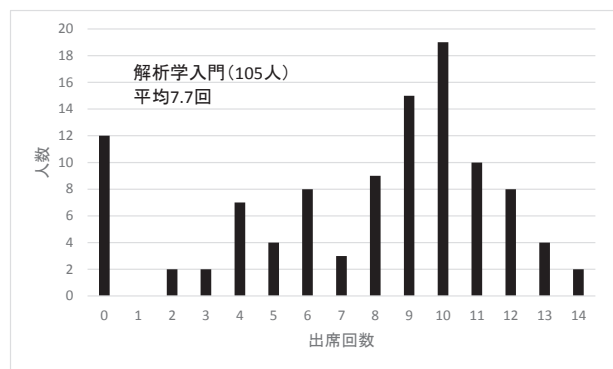


図3 予復習支援時間の出席回数の分布

は、出席してもその時間ほとんど勉強しない学生が少なからずいたことは問題であり、成績評価については再考すべきである。

次に「予復習支援時間にどのような学習をしましたか？」（複数回答）に対するアンケート結果を表2に示す。「数学入門」は途中から演習形式に変更したため、この設問では対象外とした。アンケート結果は、「復習」と「補助プリントの問題」に回答が集中している。「授業の課題」の割合が「復習」や「補助プリントの問題」に対して低い理由として、授業において十分な量の課題が出されていないことが考えられる。

最後に「予復習支援時間は役に立ちましたか？」に対するアンケート結果を表3に示す。どの科目も80%以上の学生が、「たいへん役に立った」か「まあまあ役に立った」のどちらかを回答している。回答率を考慮しても7割近い学生が予復習支援時間に対する有効性を少しは感じていると考えられる。また、「解析学入門」、「代数学入門」に比べて、「数学入門」の「たいへん役に立った」の回答率が高いが、これは前者2科目が自学習形式だったのに対して、「数学入門」は途中から演習形式に変えたことによるものだと考えられる。

表1 「予復習支援時間に出席した理由は？」
(複数回答)に対するアンケート結果

| | 勉強するため | 点数をもらうため | 友達が出るから | 授業と授業の間が空いているから |
|-------|--------|----------|---------|-----------------|
| 解析学入門 | 70% | 80% | 4% | 5% |
| 代数学入門 | 63% | 84% | 8% | 13% |
| 数学入門 | 69% | 85% | 13% | 8% |

表2 「予復習支援時間にどのような学習をしましたか？」(複数回答)に対するアンケート結果

| | 予習 | 復習 | 授業の課題 | 補助プリントの問題 |
|-------|-----|-----|-------|-----------|
| 解析学入門 | 22% | 78% | 42% | 74% |
| 代数学入門 | 30% | 66% | 42% | 77% |

表3 「予復習支援時間は役に立ちましたか？」に対するアンケート結果

| | たいへん役に立った | まあまあ役に立った | あまり役に立たなかった | 全然役に立たなかった |
|-------|-----------|-----------|-------------|------------|
| 解析学入門 | 23% | 55% | 19% | 2% |
| 代数学入門 | 15% | 64% | 17% | 4% |
| 数学入門 | 30% | 56% | 10% | 4% |

3. 物理学教育における学習支援

本章では、物理学教育における学習支援活動について述べる。特に今年度から実施された予復習支援への出席状況と学生の学力推移の関係について考察する。

3.1 学習支援対象科目

物理学教育においては、平成25年度春学期における学習支援実施対象科目を「物理学入門」とした。本科目は、工学部における物理学の基礎力養成を目的に、同学部全新入学生対象の基幹教育科目の1つとして開講された。各3学科の履修状況は以下の通りである。

- 機械情報システム学科：84名
- ソフトウェアサイエンス学科：90名
- マネジメントサイエンス学科：41名

このように、マネジメントサイエンス学科の教員志望46名を除いた殆ど全ての初年次学生が「物理学入門」を履修しており、学習支援の対象となった。

上記3学科のうち、ソフトウェアサイエンス学科とマネジメントサイエンス学科を対象とした講義は同じコマで並行して開講し、機械情報システム学科を対象とした講義は他の2学科とは別のコマで開講した。機械情報システム学科の講義は、1~4組を1,2組と3,4組の2グループに分割し、専任教員1名と非常勤講師1名がそれぞれ担当した。一方、ソ

ソフトウェアサイエンス学科の講義では、1~4組を1,2組と3,4組の2グループに分け、マネジメントサイエンス学科の1~4組を1グループとして、3グループに分割した。これら3グループを、専任講師1名と非常勤講師2名がそれぞれ担当した。以上、グループ分けを実施することにより、週2コマ、学生40名に対し教員1名の割合で「物理学入門」の講義を行うことが可能となった。物理学教育においても数学教育と同様に、学習支援の一環として正課講義「物理学入門」に対して予復習支援時間を設けた。具体的には、上述のグループ分けに従い、毎週2コマ定められた曜日と時間に予復習支援時間を設定した。さらに、過去の新入学生予復習支援出席傾向の分析結果と³⁻⁵⁾、初年次教育の重要性から、履修学生の予復習支援時間の出席を義務化した。

予復習支援時間では、専門知識を有したチューターのもと主に次の2つのことを行なった。まず1つは、ポートフォリオ作成を義務づけ、その作成状況の点検を行った。具体的には、1回の授業に対し「予習」「講義」「復習」のノート作成と、これらの一元管理がなされているか、学生一人一人について確認を行った。そしてもう1つは、正課講義課題の質問対応および返却された課題直しの補助を行った。その際、学生が自発的に質問等しやすいよう、比較的自由的な雰囲気をつくることに留意した。特に、個々に質問対応する一方で、学生間で相談し問題を解決するコミュニティ作成を推進した。そして学生同士の「答えのみの教え合い」等がないよう、随時チューターが目を配った。以上により、学生の各回の講義内容理解度の把握とその対応、および学生同士のコミュニティを基盤に、自主的な問題解決力の養成を図った。そのため、講義や予復習支援時間終了後、教員間において「どの問題に質問が集中したか」「講義ノートをとれていない学生はいないか」等の、学生の授業理解度に関する情報共有を徹底して行った。

以上の予復習支援時間における取り組みが、学生の学力の推移にどのような影響を及ぼすかを検討する。

3.2 初期試験の概要と結果

「物理学入門」に対する予復習支援出席の義務化のもと、「初期試験」と正課講義の「最終試験」偏差値の比較から予復習支援の効果についての分析を行なうため、本節においては「初期試験」の結果について言及する。この初期試験は、単位、ベクトル、微分積分学等、数学および物理学における基礎問題のみで構成されており、4月上旬に工学部3学科共通で実施された。各学科の結果を図4に示す。

工学部新入学生全体の平均得点率は29.2点で、機械情報システム学科が40.7点、ソフトウェアサイエンス学科が23.1点、そしてマネジメントサイエンス学科の24.5点であり、工学部全体の基礎学力不足が窺える。さらに、全体的に得点率の分散が大きいことは注目すべき点である。また、高校時に「物理I」を未履修である学生が、機械情報システム学科84名のうち12名(14%)、ソフトウェアサイエンス学科90名のうち31名(34%)、マネジメントサイエンス学科41名のうち13名(32%)を占めている。従って、3学科全体の学力向上を果たす為には、予復習支援時間の中で物理学基礎からの修学補助を行なうことが重要であると考えられる。

3.3 予復習支援時間の出席状況

本章の目的であった、予復習支援実施と学生の学力推移の関係を考察するためには、前節で言及した「初期試験」結果の解析に加え、学生の予復習支援時間への「出席状況」を明らかにし、その傾向をつかむことが重要である。従って本節では、予復習支援時間への出席率推移(図5)に対して考察する。

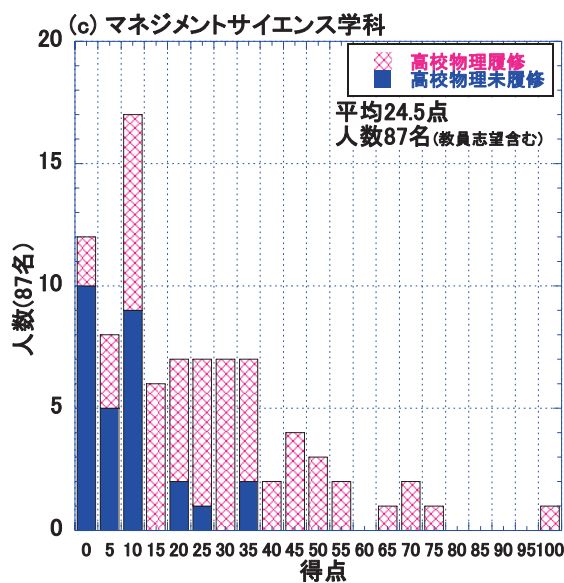
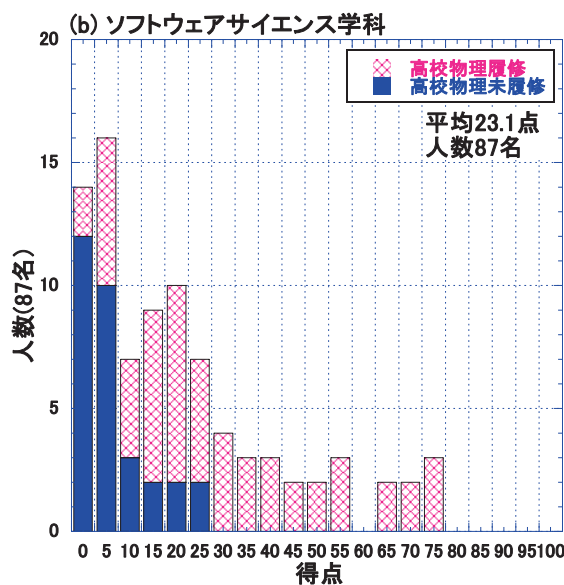
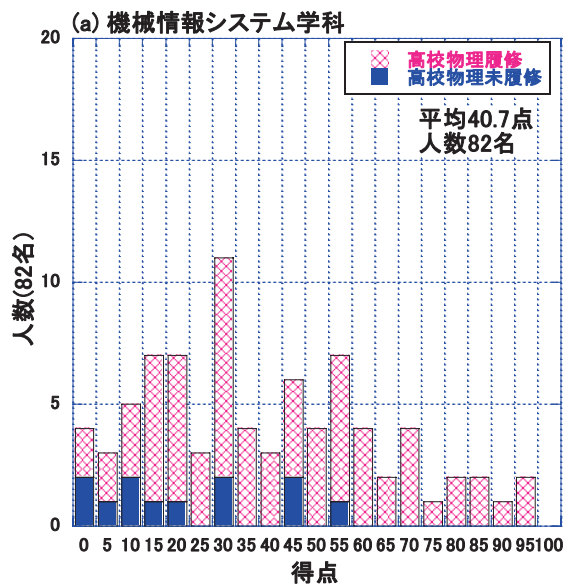


図4 平成25年度初期試験結果(物理)

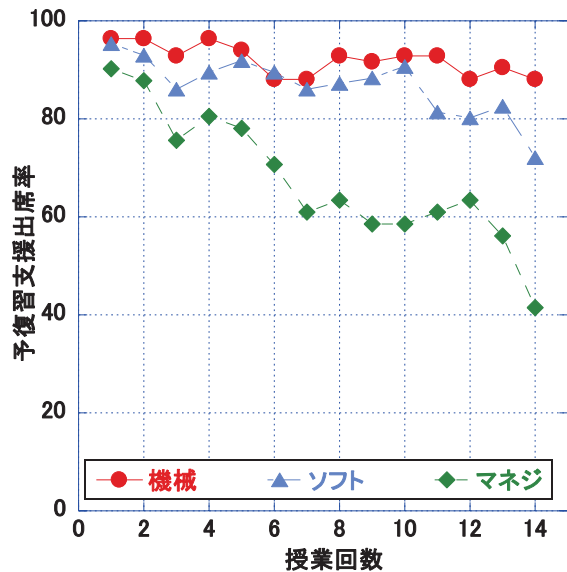


図5 学習支援各授業回数の出席率変化

予復習支援時間への出席の義務を課したものの、各学科出席率の推移には差異がある。これに関しては、学科ごとの予復習支援の時間割が少なからず影響を与えていると考えられる。実際、14回目まで出席率80%以上を維持した機械情報システム学科の予復習支援時間は、「物理学入門」正課講義の直後連続して設けられていた。この「授業」と「予復習支援」までの時間差の小さいことが、学生の「講義内容を復習するモチベーション」の維持を安易にし、出席状況に好影響を与えていたことが推定できる。

一方、ソフトウェアサイエンス学科およびマネジメントサイエンス学科の予復習支援時間は、正課講義が行われてから、週末を挟んで6日後に実施されていた。この時間差は、前述の機械情報システム学科と比較して甚だ大きいといえる。このことが、学生のモチベーションの維持を困難にし、出席率に影響を与えたと推定できる。

しかし、工学部3学科の予復習支援出席「回数」に焦点を当てた結果(図6(a)(b))より、機械情報システム学科は全授業数15回のうち11回以上、ソフトウェアサイエンス学科およびマネジメントサイエンス学科は全授業数14回のうち11回以

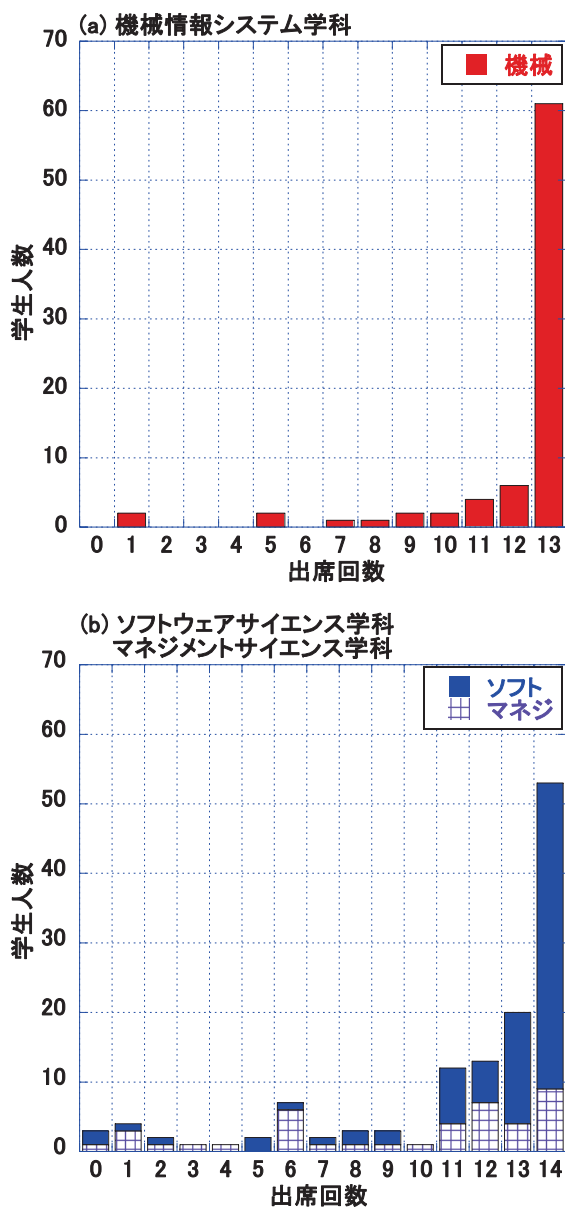


図 6 予復習支援出席回数の分布

上出席した学生が大半であることが分かる。これは、「物理学入門」履修者の殆どが、予復習支援時間に3分の2回以上出席しことを示す。従って、各学科とも授業回数を重ねるごとに出席率の減少はみられるものの、総合的な出席状況を検証すると、比較的高い水準を保っていたといえることができる。

3.4 予復習支援時間の効果分析

本節では、「初期試験」と正課講義「物理学入門」で実施された「最終試験」での学力の推移と、予復習出席状況との関係性を分析し、予復習支援実施の効果について議論する。「初期試験」と、正課講義「物理学入門」で実施した「最終試験」の問題内容が大きく異なるため、双方の「得点」を用いた比較は、学力の推移を考察する目的においては、あまり意味をなさないと考えられる。従って、本節においては、「偏差値」に着目することで解析を行った。まずは予復習支援時間出席率により、

- ①出席率の良いグループ：出席回数11回以上
- ②出席率の良くないグループ：出席回数11回未満の2グループに分割し、各グループの学力推移の傾向を分析した。これに関する結果が図7に示す。図7は、各グループに対する「初期試験」と「最終試験」の偏差値比較結果を表している。ここで、同図中の対角線は、「初期試験」偏差値と「最終試験」偏差値の変動が起こるか否かの境界を意味しており、即ち、図7中対角線の上三角に属しているならば、その点は、「最終試験」で偏差値が上昇したといえ、逆に下三角に属している場合は、偏差値が下降したといえる。

この観点のもと、改めて図7を用いて学生の学力推移について考察する。

まず初めに、各3学科とも「出席率の良くないグループ(▲)」の殆どが、上記対角線の下三角に属していることが分かる。従って、予復習支援時間の出席回数が11回未満の学生の「最終試験」偏差値が下降傾向にあるということが言える。

また一方で、ソフトウェアサイエンス学科およびマネジメントサイエンス学科の分布図から、「出席率の良いグループ(●)」であり、かつ「初期試験」偏差値が高かった学生(偏差値65以上)の大半が、「最終試験」において偏差値を下げていることが分かる。これに関しては、上記2学科の「初期試験」得点分布の極端な結果が主な

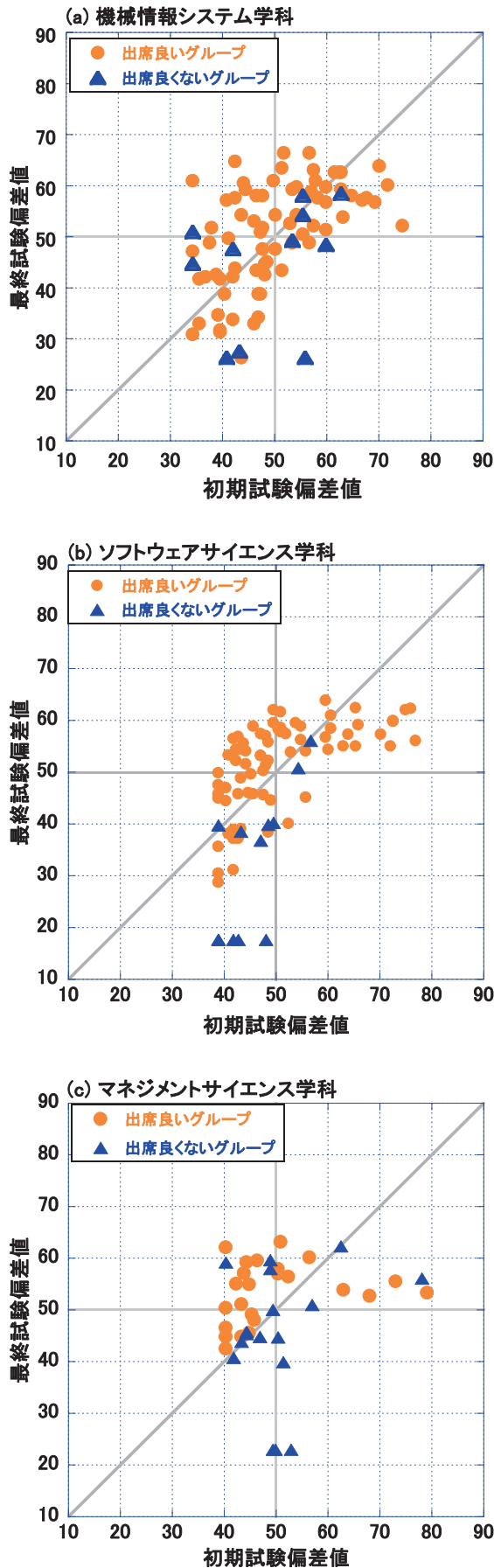


図 7 初期試験結果と最終試験結果の比較

原因となっていると考えられる。従って、学力の底上げがなされたかを分析する為には、「初期試験」偏差値50付近の学生の学力推移を考察することが本質的である。そこで、図 7(b)(c)を見ると、「初期試験」偏差値が50付近の多くは上三角に属し、「最終試験」偏差値が上昇していることが分かる。これは、「初期試験」結果と比較して「最終試験」結果においてある意味で学力の底上げが達成されたことを表していると考えられる。

4. おわりに

本稿では、本学工学部の初年次学生に対する数学と物理の学習支援効果の検証を行った。総論として今年度から導入した予復習支援時間の学習効果はあったと考えられる。数学においては予復習支援時間の効果を実感したという学生が大半であり、物理学においては予復習支援時間に積極的に参加した学生の殆どが実際に成績を向上させたことがそれぞれ確認された。予復習支援で身につけた勉学に取り組む姿勢を維持し、今後の専門科目での学習に役に立ててくれることを切に願う。

参考文献

- 1) 文部科学省：教育課程部会におけるこれまでの審議の概要（検討素案）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo/3/siryo/07102505/003/008.htm
- 2) 文部科学省：小・中学校の授業時数に関する基礎資料
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo/3/siryo/07061432/005/001.htm
- 3) 黒田潔，水野貴敏，小林和彦，勝尾彰仁，月岡邦夫：玉川大学工学部紀要，**46**(2011)，p.86-94.
- 4) 水野貴敏，黒田潔，小林和彦，石川直弘，後藤信夫：玉川大学工学部紀要，**47**(2012)，p.51-60.
- 5) 水野貴敏，黒田潔，小林和彦，石川直弘，後

藤信夫：玉川大学工学部紀要， **48** (2013)，
p.1-10 .

2014年2月12日原稿受付

Received , February 12, 2014