

1 学年に対する数学・物理の補習とその成果*

奥村紀浩*¹・濱口直樹*¹・中澤克昭*¹・前田善文*²

Supplementary Lessons and Their Results in Mathematics and Physics for Freshmen

OKUMURA Norihiro, HAMAGUCHI Naoki, NAKAZAWA Katsuaki
and MAEDA Yoshifumi

We held supplementary lessons in mathematics and physics for freshmen. They were taught by teaching assistants picked out from senior class students. It seems that this type of teaching is effective for raising the achievement of a low-performing students.

キーワード：低学年補習，ティーチングアシスタント

1. ま え が き

本稿は、平成 21 年度教務委員会が中心となつて行なつた 1 学年成績不振学生に対する数学・物理の補習について、その手法や成果について述べたものである。

最近の学年末の再試受験者や留年学生の人数を見ると(表 1)、低学年に注意を要することがわかる。さらに表 2 によれば、数学や物理の 1 年再試受験者は 20 人近くに上る。特に平成 21 年度にいたっては、表 1 に示した 1 年再試受験者の半分程度の原因が数学と物理であるとも推定できる。その原因と思われる項目はいくらでも挙げるができるものの、一朝一夕で解決できるものでもない。我々が取れる対応は、丁寧に学生を指導していくことであろうが、年々増える業務の中でそれすらも厳しい。

そのような中、ひとつの試みとして学生によるティーチングアシスタント(TA)を利用した数学や物理の成績不振学生の補習を行なつてみた。その結果を評価したところ、ある程度の成果が得られたことがわかったので報告する。

* 本補習は平成 21 年度長野高専特別教育研究経費の助成を受けて行なわれた。

*1 一般科准教授

*2 一般科教授

原稿受付 2010 年 5 月 20 日

2. 補習の目的と形態

留年する学生や再試受験者を減らすことを目的とする場合、補習の形態は自ずと見えてくる。留年となる学生は、能力は別として学習の習慣さえついていないことが多い。家庭等における 1 日の平均学習時間は 30 分を切るという話さえ聞く。そこで本補習では、学習の癖をつけさせるものとし、同時に不振改善を目的とした、授業の補助的な役割を持たせるものとする。

したがって毎回の補習は講義のような形態ではなく、演習スタイルを取ることにした。また不振学生一人ひとりをケアするために少人数とし、一人の指導者に対して 5 名程度とする。

誰が指導にあたるのかは問題である。もし教員が行なうとするならば、正規の授業として扱うべきである。しかしすでに日常業務で飽和状態の教員に依

表 1 最近の留年学生と再試受験者の数

	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年
20 年度	7(51)	14(53)	4(48)	13(51)	2(49)
21 年度	12(33)	6(43)	9(56)	4(74)	3(51)

括弧内が再試受験者。留年学生は即留年と再試後留年の計

表 2 1 年再試受験者数

	18 年度	19 年度	20 年度	21 年度
数 A	18	23	15	18
数 B	15	8	15	8
物理	8	4	16	13

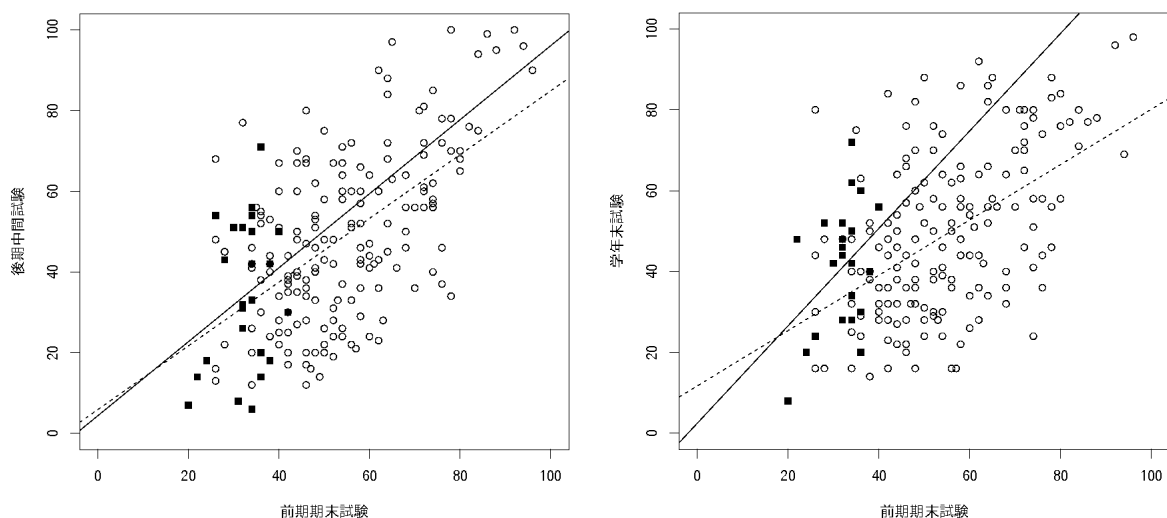


図1 前期期末試験の点数に対する後期試験の点数（物理）。黒点は補習を受けた学生の成績に対し、白点はそれ以外の学生。実線は補習を受けた学生の成績を最小二乗法により回帰分析したもの、破線はそれ以外の学生の回帰分析

頼をかけるのは、厳しい状況である。そこで各学科の優秀な学生をTAとして5人採用し、TAに不振学生の指導を任せることとした。またTAの指導は著者らで行う。

一般に成績が振るわない学生は、度重なる不振な成績を見せられて、ますますやる気を失うことが多い。特に呼び出されて補習を受けるとなると、劣等感を感じることもありうる。そこでなるべく同級生の目にさらされることのない上級生の教室、あるいは実験室を補習会場となるよう要望した。補習に関して言えば幸いなことに、平成21年度は校舎改修のため、普通の授業を行なう教室と、補習を行なう教室を変えざるを得ない状況であった。そして今回は専攻科棟のゼミ室が利用できた。これは専攻科生の研究する姿を間近で見て、自分の将来像を感じるひとつの助けにもなるのではないかと期待している。

以上のように、TAの選出や教室の確保については全学的な協力が欠かせないことを強調しておく。

3. 実際の補習

補習対象学生は、

- (1) 前期の総合成績（試験+レポート）の悪い順に並べ、
- (2) 前期期末試験の悪い者から

選んだ。

項目(1)のように前期の総合成績を参考にしてるので、たまたま1回のテストが不調であったという学生は取り除けたと考えられる。

表3 補習学生の学科分布（単位は人）

	M	E	S	J	C	合計
数学	9	5	3	2	6	25
物理	6	6	4	1	6	25

表4 欠席状況（物理のみ、単位は人）

0回	1回	2回	3回	4回	5回以上
13	5	1	2	0	4

また最近の学生の中には、レポートを提出しないことで成績が悪化する学生もいる。項目(2)から、そういった学生は補習の対象にならないが多かった。表3に補習学生の学科分布を示す。

この選出は数学と物理とで独立に行なったものの、結果として13名の学生が、両方の補習に出席するという事になった。

数学は毎週金曜日、物理は毎週月曜日のそれぞれ4コマ目に行なった。補習回数は、数学については11回、物理は10回であった。上級生をTAに採用する場合、その上級生の授業の状況にも気を使う必要があった。

補習を受ける学生には、メリットとそれを享受するための条件があった。メリットに当たるのは、補習を受けることで留年の可能性が少なくなること、再試験前に再評価試験が受けられる可能性が出てくることであり、条件は補習時に部活動などで欠席すること、あるいは勘案するに値する理由なく欠席することは一切認めないということである。条件に反し

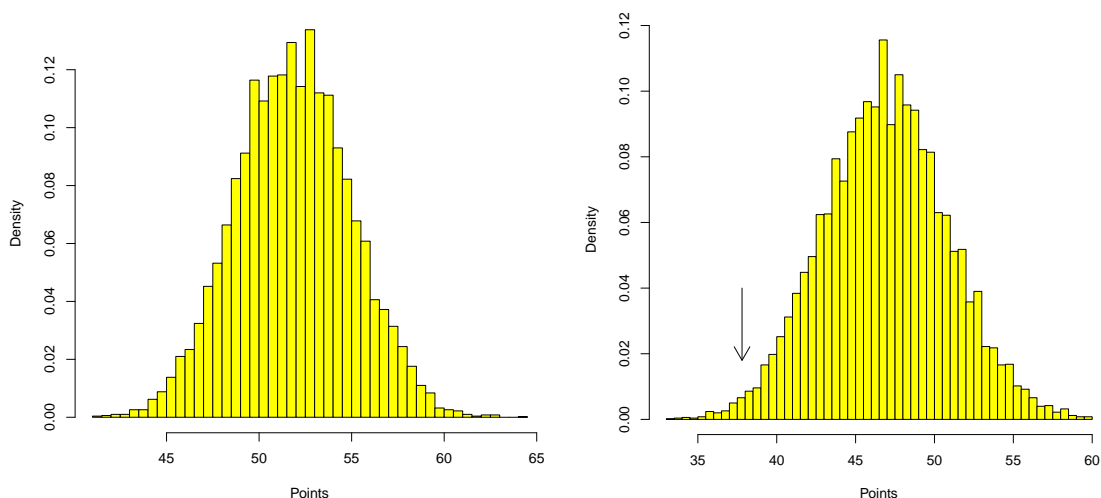


図 2 1 学年全員の中から 25 名をランダムに選び、その平均点を度数分布にしたもの。左が前期末試験、右が学年末試験。矢印は補習学生の平均点が含まれる階級。

た学生は、そういった再評価試験の機会が与えられず、直ちに再試を受けることになる。これは補習開始時に説明しておいた。それにもかかわらず物理の補習において、10 回の補習のうち 5 回以上欠席した学生の一人は部活動をしていたというケースがあった。

補習は問題集を購入させ、1 回に 1, 2 章進む程度の進度で解いていくようにした。問題集はなるべく薄いもの、例題が解説とともに掲載されているものを選択した。補習学生の中には、独力で解ける問題もあるので、予定以上のペースで解答していく者もいれば、全く進まず TA の助けを求める学生もいた。

TA による補習では、TA 自身の教授法による指導効果のばらつきが出る可能性がある。補習を開始して最初の数回はミーティングを開き、TA 自身の教え方の報告をしてもらった。それをどう捉えるかは TA 自身の問題として、教授法の強制は行っていない。最終的には学生がわからない問題を TA に聞き、ホワイトボードを使った説明を、質問をした学生だけでなく他の学生も聞いているという形が多かったようである。

4. 補習の評価

学習により身に付けた学力を測ることは難しい。しかも、その学力が補習によるものかを断言することはほとんど不可能に思える。とは言え、最近の学生の家庭学習時間を考えると、週一コマ、90 分といえどもプラスに働くのも明らかであろう。今回は補習を受けた学生個人の成績は注目せず、補習を受けていない学生との比較という形で評価を行なった。

表 5 試験の平均点

前期中間	前期期末	後期中間	後期期末
70	52	47	47

表 6 補習学生全員の平均点の推移

前期中間	前期期末	後期中間	後期期末
48	32	34	38

物理は一クラスあたり毎週一コマしか授業がない。補習は実質、毎週二コマということになることから、大きな効果が期待できる。そこでまず、物理の成績を概観し、次に数学についてまとめる。

4-1 物理

表 5 は 1 学年全体の物理定期試験の平均点を示す。物理では、定期試験の成績を 70%、レポートの成績を 30% で評価しているので、レポートの成績が満点であるならば、42 点付近が合格のボーダーとなっている。

図 1 は補習対象学生の前期期末試験の点数に対する後期中間試験や学年末試験の点数の散布図である。前期末試験では 20 点から 40 点の狭い範囲に分布していた学生は、後期になって広い範囲に散らばるようになったことを示している。特に学年末では、比較的高い点数の領域にまとまってきたように見える。

補習学生のサンプルが少ないので確実なことはいえないが、補習学生とそうでない学生の成績について回帰分析を行なうと、前期期末試験で 20 点から 40 点の範囲にいた補習学生の方が、後期成績の向上具合がよいと言えそうである。

こうした補習対象学生の平均点を表 6 に示す。表 5 の全体の平均点では、前期期末試験から後期試験にかけてわずかに下がっているのに対して、補習対象学生の平均値はわずかながら上昇している。補習には、少なくとも平均値の減少を抑える働きがあるのではないかとも思える。

補習を受けた学生のグループの平均点が、同人数のグループの平均点に比べてどのように変化しているかを見てみた。実際は補習を受けた 25 人と同人数を 1 学年の中からランダムに選び、平均点を求める。この作業を 10,000 回繰り返す（いわゆる Bootstrap Resampling）。これを図 2 のような度数分布で示した。

このときもし全数計算をするとすると、1 学年 206 名のうち 25 名を重なり無く選び出すやり方が ${}_{206}C_{25}$ で約 9.9×10^{31} 通りあるので、現実的ではない。図 2 によれば、明らかに分布の中央値は表 5 の平均値を示しているので、大数の法則から 10,000 回程度の計算で十分傾向を示していることがわかる。

もともと成績の最も悪いグループを選んでいるので、前期テストの分布に補習学生の平均点は現れてこない（図 2 左図）。しかし、補習を行なうことによって、学年末試験成績分布には現れてくるようになる（図 2 右図の矢印）。

この評価法は、個人の成績は一般に学習時間の増加によって上昇するものと考えられるが、全体として見た時に、その増加が他のグループに比べて勝っているかを見るためのものである。だから、たとえばテスト自体が簡単で、多くの学生が高得点をとった場合は、個人の点数は上がるかもしれないが、分

布上の位置は変わらないかもしれない。そういった他のグループと比べて、成績が上がったかを調べる手段の一つとしてみなすことができよう。

ところで、補習さえも欠席する学生は致命的である。表 7 では、欠席が 5 日以上の学生を除いて平均を求めたものであるが、後期試験の向上が著しい。

表 7 欠席が 5 日以上を除いた試験の平均点推移

前期中間	前期期末	後期中間	後期期末
48	33	37	43

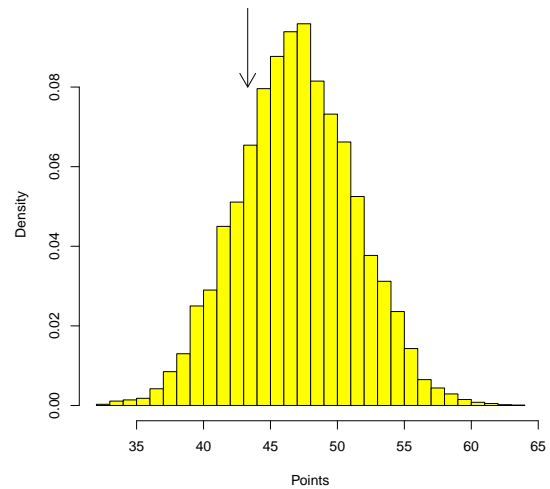
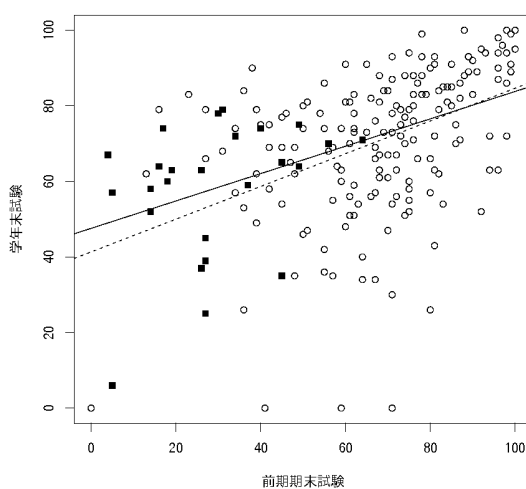
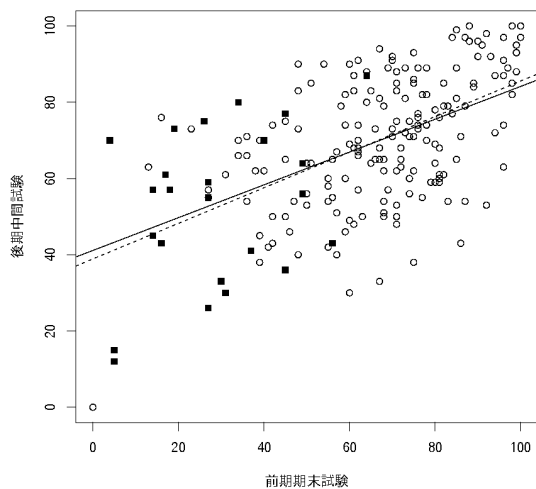


図 3 学年末試験の成績分布（21 名）。矢印は補習学生で 5 日以上欠席を除いた学生の平均点が含まれる階級。



14 数学 B について、前期期末試験に対する後期試験の散布図。黒点、実線が補習学生の点数と回帰分析の結果。白点、破線が補習を受けていない学生の点数と回帰分析の結果。

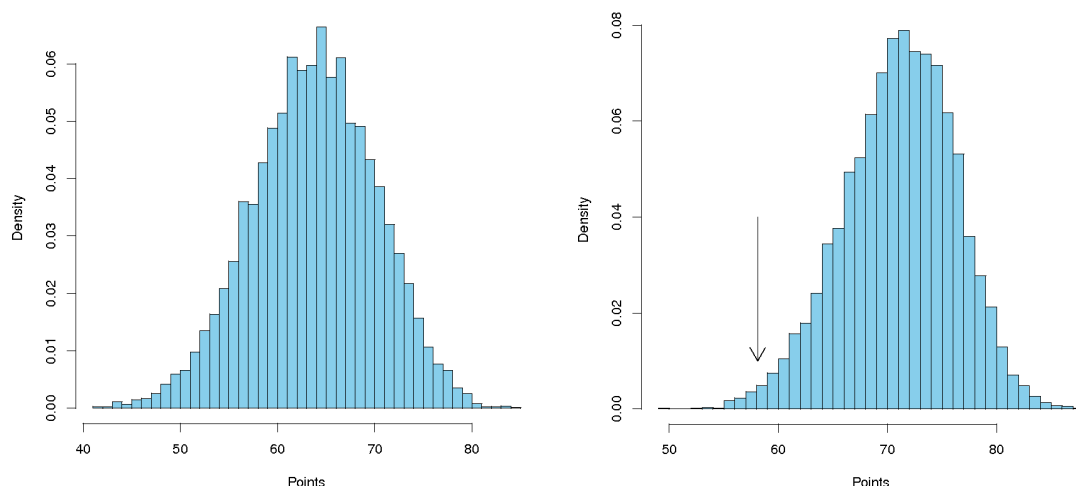


図 5 数学 B の成績に関して、25 名の平均値の度数分布。左図は前期期末試験、右図は学年末試験の成績。矢印は補習を受けた学生の平均値の階級。

欠席の多い学生を除いた 21 人のグループで、図 2 と同様な計算を行なうと（図 3）、分布のピークに似そ近づいているのは明らかである。この分布が正規分布だとすれば、補習を受けていない 21 人グループを任意に選び、平均を比較すると 40%程度の確率で、補習を受けたグループの平均の方が良いということになる。

4-2 数学

特に数学 B の成績について述べる。補習自体は数学 A、B の区別はせず、補習時の進み具合で変わっていたようである。

1 学年全体の前期期末試験の成績に対する、後期試験の散布図を図 4 に示す。図上の破線と実線は、それぞれ 1 学年全体と補習学生の回帰分析による傾向である。前期期末試験の成績が 60 点くらいまでの領域において、実線が破線よりも上側に位置していることから、補習学生の前期試験からの向上の度合いが、一般学生に比べて大きいことを示している。

物理と同様に、1 学年の全体から補習を受けた人数と同じ 25 名をランダムに繰り返して取り出し、平均値を度数分布にして描いてみた（図 5）。やはり、前期期末試験の分布には、補習学生の成績は現れてこないものの、学年末の試験成績には現れてくる。このことから、補習を受けたグループの成績向上は、いくつかのグループよりも勝っていると言える。

先にも述べたように、物理はもともと週に 1 コマだけだから、補習が効果的に働いているように見える。同様に数学の補習による効果も物理と比べると

はっきりはしないが、成績向上は明らかであり、補習をやればやっただけ伸びるということになる。

5. まとめ

1 学年成績不振者に対して、数学と物理の補習を行なった。週一コマ分であったものの、物理に関しては成績向上がはっきりと現れている。また数学も補習を受けたグループは、成績向上の傾向が見取れる。

最終成績は、物理の補習に参加した学生のうち、5 名は留年、または進路変更となった。そのうち 4 名は、補習を 5 回以上欠席しており、すべて出席したものの、留年となった学生も 1 人いる。また、数学は 7 名の留年、または進路変更であった。その意味で、今回の補習が留年防止や再試受験者減少に役に立ったと言うのは早いかもしれない。しかし、補習を受けた学生全体でみると、成績が向上しているのは確かなことである。したがってこのまま単発的なもので終わらせるのではなく、継続的に続けていく、成績分析を行なっていく必要があると思われる。

ただし、そのためには全学的な協力も必要であることを強調したい。

謝辞

今回の 1 学年補習に対し、ティーチングアシスタントの謝金は平成 21 年度特別教育研究費から支払われている。教務係の齋藤大起氏には、そういった補習にかかわる事務一般の仕事をしていただいた。

感謝申し上げます。

本補習は教務委員会が主体となって行なったが、補習の原案は、理科の藤原勝幸教授、大西浩次教授、板屋智之准教授の協力によってまとめたものである。合わせて感謝申し上げます。

ティーチングアシスタントの諸君には、本補習において主体的に活動し、著者らが現場を離れる必要に迫られても任せておくことができた。そのうえ、

- ・ 自分の勉強にもなった
- ・ 希望者も募るとよい
- ・ 他の TA との情報交換の時間がもっと欲しい
- ・ 普段の授業でなく、一人ひとりのペースに合わせた指導ができた

といった感想や今後に向けてのアイデアを挙げてくれた。そういった積極的な姿勢に感心するとともに、感謝しておきたい。