

クラス担任による高専1年次における効果的な数学補習システムの模索

友安 一夫¹・赤池 祐次²・新井 達也³・上原 成功⁴The Exploration of an Effective Supplementary Tuition System
in an Introduction of Engineering Mathematics by a Classroom Teacher⁵Kazuo TOMOYASU¹, Yuji AKAIKE², Tatsuya ARAI³ and Shigenori UEHARA⁴

(Accepted October 1, 2018)

Abstract In this paper we introduce supplementary tuition systems for engineering mathematics by a classroom teacher and analyze the results for each periodical examination. The first author carried out the supplementary tuition systems in academic year 2016. These tuition systems were divided into three periods. For the first part, the system was based on morning supplementary lessons. In the second part, the supplementary lessons were with TA during summer vacation. In the final part, everyone could participate if they wished. For these tuition systems in 2016, we analyzed the academic results of the students who studied in these supplementary tuition systems. In addition, the first author researched and reported on the effects of these supplementary tuition systems in 2017.

Keywords [supplementary tuition system, classroom teacher, engineering mathematics]

1 はじめに

全国51校の国立高等専門学校（以下、高専）において、成績不振な学生への補習及び補講は様々な取り組みがなされ、その取り組みの多くは教育論文の中で紹介されている。例えば、興味深い取り組みとしては国立呉工業高等専門学校^{6,7)}の「寺子屋」の取り組みが挙げられる。この取り組みで特筆すべきことは、一部教員の善意で行われたことではなく、学校を上げて成績不振者の対策を真剣に議論し、補習体制を構築、実践したことである。

一方、国立都城工業高等専門学校（以下、本校）では成績不振な学生に対して、学校による継続的な支援体制はなく、授業担当者毎の対応に留まっている。ただ、2014年度から4年間は1年担任会が中心とな

り本校後援会の支援のもと、数学の成績不振な学生の補習を夏休み期間中に実施している。

本論文は、2016年度から2017年度において、本校1年生のあるクラスで担任（数学が授業担当）による数学の成績不振な学生に対して補習を実施し、その学習効果を検証することで効果的な数学補習システムを模索することを目的とする。ここで、本校の数学科では年4回の定期試験と年3回の実力試験を実施し、以下の評価式で学年末の成績を算出している。

$$((\text{定期合計点} + \text{実力合計点}) \div 6) \times 0.8 + \text{平常点}$$

定期合計点は400点満点、実力合計点は200点満点（1回目と2回目の実力試験は50点満点、3回目の実力試験は100点満点の計200点満点）、平常点は20点満点である。但し、平常点は提出物、課題、小テスト

1 都城工業高等専門学校 一般科目

2 呉工業高等専門学校 一般科目

3 筑波技術大学 障害者高等教育研究支援センター

4 香川高等専門学校詫間キャンパス 一般教育科

5 This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP 17K04907

National Institute of Technology, Miyakonjo College

National Institute of Technology, Kure College

Tsukuba University of Technology

National Institute of Technology, Kagawa College

National Institute of Technology, Miyakonjo College

等を1年間を通し授業担当者の裁量で評価した点数である。また、本校の1年生から3年生までの数学の試験は、定期試験及び実力試験のいずれも科目毎に全て共通試験である。このため、試験毎に成績不振者の補習を実施することは最終的に数学の単位不認定者を減らすことに繋がると期待される。

2 補習対象者の選定に関する留意事項

2.1 新入生テストと期末成績との相関関係

本校では前期2回、後期2回の定期試験とは別に年3回の実力試験を実施している。1年生では5月、夏休み明け(2016年度までは9月,2017年度からセメスタ制の導入のため、10月に実施)、及び冬休み明けの1月に実施している。さらに、新入生は入学式の翌日に春休みの数学課題に基づく新入生テストも実施している。このため、1年生では年8回の試験がある。この8回の試験毎に数学科目の単位取得が危ぶまれる学生をどのように見極めるかは留意が必要なところである。ただ、入学式直後の新入生テストの結果は高専入学後の数学の最終成績とは相関関係があまりないということが本校の数学教員の中では経験的に共通した認識であった。実際、2015年度における新入生テストの成績と1年次の数学科目である基礎数学I、基礎数学IIの前期末の成績及び学年末の成績との相関関係を調べるとそれぞれ、表1,2の結果となった。

表1 新入生テストと前期末成績との相関関係

2015年度	C1	C2	C3	C4	平均
数学I	0.17	0.26	0.36	0.54	0.33
数学II	0.21	0.24	0.30	0.43	0.30

表2 新入生テストと学年末成績との相関関係

2015年度	C1	C2	C3	C4	平均
数学I	0.23	0.35	0.41	0.55	0.39
数学II	0.18	0.43	0.28	0.41	0.33

ここで、表1,2はそれぞれ2015年度の新入生テスト(100点満点)の成績と基礎数学I(100点満点)、基礎数学II(100点満点)の前期末と学年末のそれぞれの成績に対し、相関係数を計算したものである。表1,2にある数学I,IIは基礎数学I,IIを意味する。また、行の表示でC1,C2,C3,C4とあるのはクラスに番号を振ったものであり、これ以降も本稿に出てくる表にあるクラス番号は、同じクラスには同じ番号を振ってある。但し、前期末成績は以下の式で算出さ

れており、前期に実施された試験の平均点である。

$$(前期中間素点 + 前期末素点 + 5月実力素点) \div 2.5$$

新入生テストの成績と基礎数学I,IIの各期末成績における4クラスの相関係数の平均値を見ると0.4未満である。このことから、本校数学科教員の経験則と変わらず、新入生テストの成績と各期末成績とは強い相関はないことが分かる。しかし、弱い相関があることは伺える。

2.2 5月実力と期末成績との相関関係

一方、この新入生テストとは別に、5月のGW明けに本校の数学科では1年生を対象に実力試験を課している。具体的には、高専に入学してから約1ヶ月の間に習った範囲で基礎数学I(50点満点)、基礎数学II(50点満点)の計100点満点の試験を実施している。ここで、2015年度における5月実施の実力試験の成績と前期末成績、及び学年末の成績との相関関係を調べてみると表3,4の結果が得られた。

表3 5月実力試験と前期末成績との相関関係

2015年度	C1	C2	C3	C4	平均
数学I	0.82	0.81	0.64	0.83	0.78
数学II	0.62	0.58	0.68	0.78	0.67

表4 5月実力試験と学年末成績との相関関係

2015年度	C1	C2	C3	C4	平均
数学I	0.77	0.62	0.57	0.74	0.68
数学II	0.52	0.53	0.62	0.76	0.61

表3,4から基礎数学I,IIの成績に関して、2015年度における5月の実力試験と前期末及び学年末の成績の相関係数はいずれも0.7前後であることから強い相関があることが分かる。

以上の結果、5月の実力試験以降、各定期試験及び実力試験において成績不振者を選定し、適切な補習を実施すれば、数学の単位不認定となる学生を減らすことに繋がることが期待される。

3 クラス担任による年間を通した補習の取り組み

この節では、§3.1,3.3,3.4,3.5において2016年度のクラスC3の担任が数学の成績不振な学生の補習を1年間を通して実施した実施方法を整理し、各補習毎にその学習効果の検証を行う。また、§3.2では夏休み期間中の数学の補習を1学年全体で実施した実施方法を整理し、その学習効果の検証を行う。

3.1 5月実力から前期中間までの取り組み

まず、5月の実力試験の結果より、補習対象者は基礎数学I、IIの実力試験のいずれかの科目で35点未満(50点満点)の学生と補習参加希望者とした。

補習は、表5の計画のもと単元毎に内容を整理したプリント演習により、前期中間試験迄の10日間に渡り以下の(1)~(2)の要領により実施した。

- (1) 朝7:50~8:20の時間に朝学として教室とは別の演習室でプリント演習を行った(この朝学と似た取り組みに香川高専高松キャンパスの一般演習⁴⁾及び特別補習⁸⁾が挙げられる.)
- (2) 朝学で解けなかった問題は放課後までに各自で取り組み、放課後に教室とは別の演習室で自己採点、添削、及び質問対応を行った。

表5 前期中間試験までの補習の日程

日程	内容	教科
5月30日	最大公約数と最小公倍数	基礎数学I
5月31日	三角比	基礎数学II
6月1日	剰余の定理と組立除法	基礎数学I
6月2日	正弦定理	基礎数学II
6月3日	分数式の計算	基礎数学I
6月6日	実数と複素数	基礎数学I
6月7日	余弦定理	基礎数学II
6月8日	2次方程式	基礎数学I
6月9日	三角形の面積	基礎数学II
6月10日	判別式	基礎数学I

次に、以下に示した表6は5月の実力試験と前期中間試験の各学生の得点をクラス内での偏差値に変換し、補習参加者、非参加者のグループに分けてグループ毎にその偏差値の平均の成績を比較したものである。表6の結果、基礎数学I、IIのいずれも補習参加者のグループに成績の上昇が伺えた。

表6 前期中間試験の結果

2016年度(該当者数)	5月実力	前期中間	差異
数学I補習有(12人)	38.5	47.6	9.1
数学I補習無(29人)	54.8	51.0	-3.8
数学II補習有(12人)	41.9	44.3	2.4
数学II補習無(29人)	53.4	52.4	-1.0

3.2 前期中間から9月実力までの取り組み

3.2.1 1年担任会による夏休み数学補習

次に、前期中間試験の結果を受け、夏休みの数学補習の対象者を1学年全体で選定した。選定方法は、

基礎数学I、IIの前期中間試験のいずれかの科目が45点未満の学生と担任から推薦された学生の計40名を補習対象者とした。補習は、夏休み期間中に2日間TA(ティーチングアシスタント)をつけて行い、以下(1)~(4)の計画に沿って実施した。なお、本稿ではこの補習を寺子屋式補習と呼ぶことにする。また、このような高学年のTAを配置しての学習支援の報告事例としては、例えば香川高専高松キャンパスの特別補習⁸⁾等が挙げられる。

- (1) 7月21, 28日の2日間実施した。
- (2) 2日間の両日とも9:00~16:30(12:00~13:00迄は休憩)の6.5時間実施した。
- (3) TAを各日6人ほど配置し、TA1人当たり6~7人の補習対象学生を割り当て指導した。
- (4) 各日、初見の12枚のプリント(A41枚片面、一段組み)を課した。

以下に示した表7, 8は前期中間試験と9月の実力試験の基礎数学I, IIそれぞれの得点を1学年全体における偏差値に変換し、補習参加者、非参加者のグループに分けて成績を比較したものである。

表7 基礎数学I 9月実力試験の結果

クラス	人数	前期中間	9月実力	差異
C1	補習有(9人)	36.9	43.7	6.8
	補習無(33人)	55.7	51.2	-4.5
C2	補習有(12人)	35.9	41.5	5.6
	補習無(29人)	50.5	52.1	1.6
C3	補習有(8人)	36.4	46.7	10.3
	補習無(33人)	56.3	55.2	-1.1
C4	補習有(11人)	39.1	45.5	6.4
	補習無(30人)	53.0	48.7	-4.3

表8 基礎数学II 9月実力試験の結果

クラス	人数	前期中間	9月実力	差異
C1	補習有(9人)	49.4	46.5	-2.9
	補習無(33人)	53.8	52.6	-1.2
C2	補習有(12人)	42.2	38.6	-3.6
	補習無(29人)	52.3	49.7	-2.6
C3	補習有(8人)	41.4	52.2	10.8
	補習無(33人)	53.6	54.7	1.1
C4	補習有(11人)	32.8	44.8	12.0
	補習無(30人)	51.2	49.1	-2.1

上記の表7, 8の結果、夏休み期間中に実施した寺子屋式補習の効果はあったようである。実際、基礎数学Iでは前期中間試験と比べ9月の実力試験の結果は補習に参加したグループのほうがどのクラスで

も成績が向上していた。また、基礎数学ⅡではクラスC3, C4において夏休み中の補習に参加したグループにおいて大幅に成績が向上していた。

一方、クラスC1, C2においては成績の上昇がみられなかった。その原因として考えられることは、クラスC1ではもともと前期中間試験の成績が他クラスの成績不振な学生のグループより良く、偏差値の値もほぼ50付近であったため、基本的な復習を中心に組み込んだ補習では、さらなる成績上昇は難しい状況であったと考えられる。クラスC2では、前期中間試験の成績がそれほど高くないにも関わらず成績が上がらなかった理由は、補習の参加を義務付けられていることが学生に伝わっておらず、参加率が悪かったことが主な原因と考えられる。

また、作成したプリントの難易度としては、補習に参加した学生であっても1枚のプリントを30分程度で解ける難易度で作成したつもりであったが、進展状況にはばらつきがあった。また、7月21日の補習で12枚のプリントを解ききれなかった学生は、その解ききれなかったプリントの問題を次回補習日の7月28日迄の課題とした。

プリント課題の詳細及び補習プリントの修了率を表9, 10にまとめた。補習に参加することが義務付けられた学生は40人であったが、クラスC2では補習の参加が義務であることが学生に伝わっておらず、参加率が悪かった。このため、プリントの修了率の欄で数値のみは40人中のプリントの修了率(単位は%)であり、括弧内の数値はクラスC2を除く28人中のプリントの修了率である。また、プリントの修了率はプリントが課された当日の修了率ではなく、2日間の補習及び夏休み期間中にプリント課題を終えたことが確認できた学生も含めての値である。

表9 補習1日目 7月21日のプリントの詳細

No.	内容	修了率(%)
1	式の展開	90 (96)
2	因数分解の基本	90 (96)
3	因数分解の応用	88 (96)
4	最大公約数と最小公倍数	88 (96)
5	三角比	85 (96)
6	三角比の相互法則	85 (96)
7	剰余の定理と組立除法	85 (96)
8	分数式	83 (96)
9	繁分数式	83 (96)
10	絶対値と平方根	83 (96)
11	正弦定理	83 (96)
12	余弦定理	80 (96)

表10 補習2日目 7月28日のプリントの詳細

No.	内容	修了率(%)
1	複素数	90 (100)
2	2次方程式と判別式	90 (100)
3	解と係数の関係	90 (100)
4	三角形の面積	85 (96)
5	正弦定理と余弦定理の応用	85 (96)
6	弧度法と三角関数	80 (96)
7	高次方程式	85 (96)
8	絶対値を含む方程式	85 (96)
9	分数方程式と無理方程式	85 (96)
10	等式の証明	80 (93)
11	三角関数の値	75 (93)
12	三角関数の相互法則	73 (93)

3.2.2 クラス登校日による指導の成果

§3.2.1の1学年担任会による夏休み期間中の寺子屋式補習とは別に、クラスC3では、8月中に登校日を2日間設けて、夏休み課題の進展状況の確認、及び英語、数学、物理の総合演習をした。ここでは、クラスC3の登校日に、数学の総合演習を行った学生を考慮した成績動向を報告する。まず、登校日における数学の補習は表11の内容でプリント演習を行った。

表11 クラスC3の登校日指導

クラスC3	補習内容	備考
8月3日	数学I, II総合演習	教科書等参照可
8月24日	数学I, II総合演習	教科書等参照不可

8月3日と24日の総合演習は数学の夏休み課題の範囲で総合演習のプリントを作成し、実施した。また、両日とも補習で使用したプリントは同じものであった。但し、3日は、教科書等何を見ても良いという指示のもと取り組み、24日は、何も見ずに自力でどの程度、問題を解けるか確認することを目的にプリントに取り組ませている。

表12は、1学年担任会による寺子屋式補習、クラスC3の登校日指導の有無により、以下のA, B, Cの3つのグループに分け、A, B, Cのグループ毎に偏差値の平均の差異により補習効果の有無を検証した。但し、偏差値はクラス内での偏差値である。

- (A) 寺子屋式補習かつクラスC3の登校日補習参加
- (B) クラスC3の登校日補習のみに参加
- (C) いずれの補習も不参加

なお、グループAは7人、グループBは8人、グループCは26人であった。

表 12 クラス C3 の詳細 9 月実力試験の結果

グループ (人数)	科目	前期中間	9 月実力	差異
A (7 人)	数学 I	39.9	45.2	5.3
	数学 II	38.9	49.5	10.6
B (8 人)	数学 I	52.5	48.3	-4.2
	数学 II	47.8	50.2	2.4
C (26 人)	数学 I	51.9	51.8	-0.1
	数学 II	53.7	50.1	-3.6

表 12 を眺めると、夏休みの補習を受講した学生に明らかに成績の伸びが認められる。さらに、1 学年全体の寺子屋式補習に参加かつクラス C3 の登校日指導、クラス C3 の登校日指導のみ、いずれの指導もなしの順で偏差値の伸びに差異が表れている。このため、多方面から演習をこなした分だけ成績の伸びが数値として現れていると考えられる。

3.3 9 月実力から前期末までの取り組み

夏休み明けから 2 週間後には前期末試験が始まるという日程であり、9 月実力試験の成績が提示される頃には、前期末試験まで 1 週間程度という状況であった。このため、9 月の実力試験の結果を待ち、補習を計画、実施することは困難であった。さらに、クラス C3 では、基礎数学 I, II のいずれも試験範囲に対し授業進度が遅れていた。これより、クラス C3 の補習は実力試験終了後に表 13 の補習計画を立て、自由参加ということで実施した。なお、基礎数学 I の補習参加者は 11 人（非参加者 30 人）、基礎数学 II の補習参加者は 7 人（非参加者 34 人）であった。

表 13 前期末試験までの補習の日程

日程	内容	教科
9 月 5 日	2 次関数の全般解説	数学 I
9 月 6 日	三角関数の全般解説	数学 II
9 月 8 日	2 次関数の総合演習	数学 I
9 月 9 日	三角関数の総合演習	数学 II

表 13 において、2 次関数の全般解説では、平方完成の仕方、平行移動を伴う 2 次関数のグラフの書き方、条件から 2 次関数を決定する問題の解法について一通り解説した。三角関数の全般解説では、三角関数の周期の求め方、平行移動を伴う三角関数のグラフの書き方、三角方程式・不等式の解法について一通り解説している。

また、クラス C3 では、基礎数学 I, II のいずれの科目も授業進度の遅れにより、試験直前の授業内容の演習不足が懸念されていた。このため、総合演習で

は試験直前の授業内容に演習内容を絞り、補習を実施した。基礎数学 I では 2 次関数全般の演習、基礎数学 II は三角関数のグラフと三角方程式・不等式のみ扱うことにした。

ここで、表 14 は基礎数学 I, II の 9 月実力試験と前期末試験の各学生の得点をクラス内での偏差値に変換し、補習参加の有無毎に偏差値の平均の差異を比べてみた結果である。

表 14 前期末試験の結果

クラス C3 (人数)	9 月実力	前期末	差異
数学 I 補習有 (11)	43.9	50.5	6.6
数学 I 補習無 (30)	52.2	49.8	-2.4
数学 II 補習有 (7)	50.1	49.1	-1.0
数学 II 補習無 (34)	50.0	50.2	0.2

表 14 からは基礎数学 I の補習は非常に効果的だったことが分かる。実際、基礎数学 I は試験範囲が試験直前に終わり、補習非参加者は演習不足であったと考えられる。その点、補習参加者は最低限の演習量は確保できていたと考えられる。

3.4 前期末から後期中間までの取り組み

前期は学生の学力の底上げを意識して補習を計画した。しかし、最終的には学生の自学自習を促し、自立を促す必要がある。このため、後期は学生の自主性を重んじ、最小限の補習を実施する方針で計画を立てることにした。そこで、後期中間試験前の補習は以下の日程でクラス C3 で実施し、補習への参加は自由参加ということで実施した。なお、基礎数学 I の補習参加者は 25 人（非参加者 16 人）、基礎数学 II の補習参加者は 19 人（非参加者 22 人）であった。

表 15 後期中間試験までの補習の日程

日程	内容	教科
11 月 24 日	加法定理の総合演習	数学 II
11 月 25 日	指数・対数関数の総合演習	数学 I

表 15 において、加法定理の総合演習では、加法定理とそれに関連した公式を使った計算問題を中心の演習を実施した。また、三角関数のグラフについても復習した。指数・対数関数の総合演習では指数・対数の基本的な計算、指数・対数関数のグラフ、指数・対数の方程式と不等式について演習を実施した。

下記の表 16 は基礎数学 I, II の補習の有無によりグループ分けして、前期末試験と後期中間試験の得点をクラス内の偏差値に変換し、補習参加の有無毎に偏差値の平均の差異を比べてみた結果である。

表 16 2016 年度 後期中間試験の結果

クラス C3 (人数)	前期末	後期中間	差異
数学 I 補習有 (25)	48.3	48.1	-0.2
数学 I 補習無 (16)	52.7	53.0	0.3
数学 II 補習有 (19)	51.7	52.4	0.6
数学 II 補習無 (22)	48.5	48.0	-0.5

表 16 の結果、基礎数学 II は補習参加者のグループに若干であるが成績の上昇がみられる。一方、基礎数学 I では補習参加者のグループのほうが、偏差値の平均では成績が下降している。さらに、基礎数学 I の補習参加者のグループのデータを詳しく見たところ、補習参加者 25 人中、偏差値が 10 以上下降している学生が 4 人いる。その 4 人を除き差異の平均を計算すると 2.4 となり、成績の上昇が見られる。4 人の偏差値の差異の合計は -65.8 であった。ちなみに、基礎数学 I の補習非参加者のグループ 16 人の中に偏差値が 10 以上下がっている学生はいなかった。ただ、補習は、10 以上偏差値が下降するような学生の支援を意図しているの、それら学生に対し、十分指導が行き届かなかったことは否めない。

なお、基礎数学 I の後期中間試験の偏差値が前期末の偏差値より 10 以上下降した学生の原因については詳しくは調査していない。しかし、担任としての感想は、勉強不足は否めないと考えている。ただ、その 4 人のうち 1 人は努力していたにも関わらず、偏差値の下降が -24.4 であった。このため、この学生に対しては、本人の勉強の仕方の問題点を指摘し、個別指導をするべきであったと考えられる。

3.5 後期中間から学年末までの取り組み

学年末試験にむけては、表 17 に示した日程と内容によりクラス C3 で補習を実施した。今回も学生の自学自習を促すために、補習は自由参加とした。

なお、基礎数学 I の補習参加者は 21 人（非参加者 20 人）、基礎数学 II の補習参加者は 19 人（非参加者 22 人）であった。

表 17 学年末試験までの補習の日程

日程	内容	教科
2月7日	領域の演習	数学 I
2月8日	場合の数の演習	数学 II
2月9日	図形と領域の総合演習	数学 I
2月10日	場合の数と数列の総合演習	数学 II

表 18 は基礎数学 I, II の補習の有無によりグループ分けして、後期中間試験と学年末試験の得点をクラ

ス C3 内の偏差値に変換し、補習参加の有無毎に偏差値の平均の差異を比べてみた結果である。

表 18 学年末試験の結果

クラス C3 (人数)	後期中間	学年末	差異
数学 I 補習有 (21)	48.4	49.1	0.7
数学 I 補習無 (20)	51.6	50.9	-0.7
数学 II 補習有 (19)	47.8	48.2	0.4
数学 II 補習無 (22)	51.9	51.5	-0.3

表 18 の結果、基礎数学 I, II の補習参加者のグループいずれにも若干であるが成績の上昇がみられる。短期自由参加形式の補習でも現状維持という意味において最低限の効果はあるようである。

4 補習成果の考察と検証

基礎数学 I, II の単位認定において、クラス C3 では、いずれの科目も長期欠席していた 1 名の学生を除いて全員単位を修得できた。本節では、2016 年度に実施した朝学補習、夏休み期間中の TA 付き寺子屋式補習、自由参加型の試験対策補習から効果的な補習を選定し、2017 年度に本校で担任したクラス C4 でそれら選定された補習の学習効果の有無を検証した結果を報告する。

4.1 2016 年度の補習に対する考察

前期に実施した前期中間試験前の朝学補習、及び夏休み期間中の TA 付き寺子屋式補習において、クラス C3 ではいずれの補習でも延べ 20 時間前後実施した。この結果、補習参加者の得点のクラス内での偏差値の平均点が、前期中間、9 月の実力試験においてそれぞれ上昇していた。裏を返せば、成績不振者は試験前に本来であれば各自で取り組んでおかなければならない 20 時間前後の最低限の演習ができていないと推察される。

後期からの補習は、将来的に学生が自学自習に取り組むことができるよう成長を願い、後期中間試験、学年末試験直前の自由参加型の試験対策補習を実施した。この補習では、「学生自身でトピック毎の理解の度合いを確認し、試験勉強に生かす」という趣旨を説明し、実施した。後期の補習時間は後期中間試験前、学年末試験前でいずれも 5 時間前後であり、前期に実施した各補習の実施総時間数の約 1/4 となっている。この結果として、補習に参加した学生の得点のクラス内の偏差値の平均点からは補習の効果を補習参加の有無では確認できなかった。

4.2 2016年度補習の検証

2016年度の補習では、朝学補習と夏休み期間中のTA付き寺子屋式補習で効果が伺えた。2017年度は担任したクラスC4で再度、前期に朝学補習と夏休み期間中のTA付き寺子屋式補習を実施し、同様の効果が確認できるか検証した。また、後期に実施した自由参加型の試験対策補習は効果がなかったとは言えないが、効果の有無が補習の有無では明瞭に現れないため、検証しないことにした。

4.2.1 5月実力から前期中間までの取り組み

2017年度は、2016年度と同様に5月の実力試験の結果を受けて、補習対象者を基礎数学Iの実力試験で35点未満(50点満点)の学生と補習参加希望者とした。補習の詳細は表19の計画のもと単元毎基礎数学Iの内容を整理したプリントにより6月1日~7日の5日間に渡りプリント演習による朝学補習を実施した。また、朝学補習の実施方法は2016年度と同様であった。あと、基礎数学IIはクラスC4では補習を実施しなかったが、1学年全体で補習を企画し、1日のみ自由参加型の試験対策補習を実施した。

表19 2017年度前期中間試験迄の補習の日程

日程	内容	教科
6月1日	因数分解とその応用	基礎数学I
6月2日	剰余の定理と組立除法	基礎数学I
6月5日	分数式の計算	基礎数学I
6月6日	2次方程式	基礎数学I
6月7日	いろいろな方程式	基礎数学I
6月9日	三角比総合演習	基礎数学II

次に、以下の表20は、5月の実力試験と前期中間試験の得点を1学年全体での偏差値に変換し、補習参加者、非参加者のグループに分けて成績を比較した結果である。表20の結果、補習参加者のグループに成績の上昇が伺えた。

表20 2017年度前期中間試験の結果

2016年度(該当者数)	5月実力	前期中間	差異
数学I補習有(18人)	44.6	50.1	5.5
数学I補習無(22人)	58.0	55.8	-2.3
数学II補習有(35人)	49.1	49.5	0.4
数学II補習無(5人)	55.8	53.2	-2.6

4.2.2 前期中間から前期末試験までの取り組み

本校では2017度からセメスタ制を導入した。これより、前期末試験を実施したのち夏休みに入る年次

スケジュールとなった。このため、前期中間試験の結果により、基礎数学I、IIの前期中間試験の得点が50点未満の学生を各科目の補習対象者として、基礎数学Iの朝学補習を5日間、基礎数学IIの朝学補習を4日間、計9日間実施した。また、今回の補習では2017年度の担任のクラスC4と補習の希望があったクラスC2の計2クラスに対して基礎数学I、IIの成績が不振な学生に対する朝学補習を2016年度と同様の方法で実施した。

また、朝学補習の詳細は表21の計画のもと単元毎に内容を整理したプリントにより前期中間試験前と同様の方法でプリント演習の補習を実施した。

表21 2017年度前期末試験までの補習の日程

日程	内容	教科
7月19日	等式の証明	基礎数学I
7月20日	三角関数と弧度法	基礎数学II
7月21日	不等式の解法	基礎数学I
7月24日	不等式の証明	基礎数学I
7月25日	集合と命題	基礎数学I
7月26日	三角関数のグラフ	基礎数学II
7月27日	2次関数とそのグラフ	基礎数学I
7月28日	三角方程式と不等式	基礎数学II
7月31日	三角関数	基礎数学II

次に、以下の表22は前期中間試験と前期末試験の得点を1学年全体における偏差値に変換し、クラスC2、C4において、補習参加者、非参加者のグループに分けて成績を比較したものである。表22の結果、補習参加者のほぼ全てのグループで成績の上昇が確認できた。

表22 2017年度前期末試験の結果(クラスC2、C4の詳細)

クラス	科目	前期中間	前期末	差異
C2	数学I補習有(14)	35.0	40.8	5.8
	数学I補習無(31)	54.7	55.6	1.0
	数学II補習有(11)	35.1	39.0	3.9
	数学II補習無(34)	55.7	55.5	-0.2
C4	数学I補習有(8)	42.7	41.7	-1.0
	数学I補習無(22)	55.8	54.8	-1.0
	数学II補習有(10)	38.9	41.6	2.7
	数学II補習無(30)	53.6	52.2	-1.4

4.2.3 夏休み期間中の寺子屋式補習の取り組み

次に、前期末試験の結果を受け、2016年度と同様に夏休み期間中の数学補習の対象者を1学年全体で選定した。選定方法は、基礎数学I、IIの前期末試験

のいずれの科目も赤点でかついずれかの科目が50点未満の学生とした。さらに、担任から推薦された学生を加えた計47名を補習対象者とした。補習は、夏休み期間中の2日間、TAをつけて行い、2016年度と同様に以下の計画に沿って実施した。

- (1) 9月19, 26日の2日間実施した。
- (2) 2日間の両日とも9:00～16:30(12:00～13:00迄は休憩)の6.5時間実施した。
- (3) TAを各日程で18人ほど配置し、TA1人当たり2～3人の補習対象学生を割り当て指導した。
- (4) 各日、初見の12枚のプリント(A41枚片面、一段組)を課した。

プリント課題の詳細及び補習プリントの修了率を表23, 24にまとめた。

表23 補習1日目 9月19日のプリントの詳細

No.	内容	修了率(%)
1	式の展開	100
2	因数分解とその応用	100
3	正式の除法と剰余の定理	100
4	分数式	100
5	実数と複素数	100
6	2次方程式と判別式	100
7	解と係数の関係	96
8	いろいろな方程式	94
9	三角比	89
10	三角比の相互関係	70
11	正弦定理と余弦定理	70
12	三角形の面積	68

表24 補習1日目 9月26日のプリントの詳細

No.	内容	修了率(%)
1	三角関数の相互関係	98
2	三角関数のグラフ	98
3	三角方程式	98
4	三角不等式	96
5	恒等式	94
6	一次不等式	91
7	2次不等式と高次不等式	83
8	2次関数のグラフ	66
9	2次関数の決定	53
10	2次関数の最大値と最小値	45
11	等式の証明	17
12	不等式の証明	13

2017年度から本校もセメスタ制に移行したため、2016年度と2017年度では夏休み前までの授業進度が幾分異なっていた。このため、補習で使用したプリントは、2016年度のを若干修正した程度のものであったが、進展状況にはばらつきがあった。ただ、プリントの難易度に関しては、2016年度と同程度の難易度の問題となるよう配慮して作成してある。また、9月19日の補習で12枚のプリントを解ききれなかった学生は、その解ききれなかったプリントを次回の9月26日の補習時までの課題とした。

9月26日のプリントでNo. 11, 12の修了率が低いのは、当日の進展状況からNo. 10までをノルマと変更し、No. 11, 12を各自の自主的な宿題としたことによる。このように対応した理由は、補習に参加した学生が2日目に課したNo. 1～4の三角関数のプリントに予想以上に苦戦しており、目標を下方修正せざるを得ない状況があった。なお、2日目がこのような状況になることは1日目の取り組み状況から幾分予測はできていた。このため、10月の実力試験に影響が少ないと思われた等式の証明と不等式の証明の内容を最後の2課題とする配慮をしている。

次に、以下の表25, 26はそれぞれ基礎数学I, IIの前期末試験と10月の実力試験の得点を1学年全体での偏差値に変換し、補習参加者、非参加者のグループに分けてその平均を比較したものである。ここでも補習参加者のグループに成績の上昇が伺えた。

表25 1学年 前期末試験の結果(基礎数学I)

クラス	人数	前期期末	10月実力	差異
C1	補習有 11人	38.2	41.5	3.3
	補習無 30人	52.3	52.6	0.3
C2	補習有 12人	39.9	43.0	3.1
	補習無 33人	55.0	51.0	-4.0
C3	補習有 16人	39.4	48.7	9.3
	補習無 26人	54.8	53.4	-1.4
C4	補習有 8人	39.6	45.6	6.0
	補習無 36人	55.3	51.3	-4.0

表26 1学年 前期末試験の結果(基礎数学II)

クラス	人数	前期期末	10月実力	差異
C1	補習有 11人	42.1	45.8	3.7
	補習無 30人	57.7	56.8	-0.9
C2	補習有 12人	37.9	44.3	6.4
	補習無 33人	56.4	52.2	-4.2
C3	補習有 16人	37.0	44.1	7.1
	補習無 26人	51.7	49.2	2.5
C4	補習有 8人	39.3	43.1	3.8
	補習無 36人	52.1	50.3	-1.9

ここで、夏休み期間中の1学年全体での補習に関しては、2017年度はセメスタ制が実施されたことから年度当初は計画されていなかった。しかし、1学年全体で前期末の成績が芳しくなく、夏休み期間中に急遽、2016年度と同様にTA付き寺子屋式補習を実施することとなった。このため、この補習を学生がどう受け止めているか、補習最終日の9月26日にアンケート調査を実施した。また、アンケートの質問事項は以下の内容で実施した。

- (Q1) 今日現在、夏休み課題のうち基礎数学Ⅰの分は解き終わっていますか。
- (Q2) 基礎数学Ⅰの前期末試験までの内容をあなたは理解していますか。
- (Q3) 今回の基礎数学Ⅰの補習プリントにより、前期末試験までの内容の理解は深まりましたか。
- (Q4) 今回の基礎数学Ⅰのプリントに取り組んだとき、TAの人の説明は分かりやすかったですか。
- (Q5) 今回の基礎数学Ⅰのプリントの難易度は、夏休み課題と比べて適切でしたか。
- (Q6) 基礎数学Ⅰの前期末試験迄の授業内容を定着させるために今回の補習は必要でしたか。
- (Q7) 今日現在、夏休み課題のうち基礎数学Ⅱの分は解き終わっていますか。
- (Q8) 基礎数学Ⅱの前期末試験までの内容をあなたは理解していますか。
- (Q9) 今回の基礎数学Ⅱの補習プリントにより、前期末試験までの内容の理解は深まりましたか。
- (Q10) 今回の基礎数学Ⅱのプリントに取り組んだとき、TAの人の説明は分かりやすかったですか。
- (Q11) 今回の基礎数学Ⅱのプリントの難易度は、夏休み課題と比べて適切でしたか。
- (Q12) 基礎数学Ⅱの前期末試験迄の授業内容を定着させるために今回の補習は必要でしたか。
- (Q13) 今回のようにTAの学生と一緒に行う少人数での補習(=勉強会)は有意義でしたか。
- (Q14) 今回の補習により、数学の夏休み課題や実力テストの勉強に向けて弾みが付きましたか。
- (Q15) 以上の質問項目を総合的に判断して、今回の補習(=勉強会)の企画を評価しますか。

なお、アンケートの回答はいずれの質問内容に対しても5項目設けた。回答番号と評価の関係例としては、数値が1に近いほど評価が高くなるように以下のように配慮した。また、表27の値はいずれもクラスの平均値である。

- 1 : 良い 2 : どちらかといえば良い 3 : 普通
4 : どちらかといえば良くない 5 : 良くない

このアンケートにより、表27の総合評価の回答結果を見る限り、夏休み期間中に実施したTA付き寺子屋式補習は参加学生に好評だったようである。

表27 2017年度夏休み補習アンケート結果

質問項目	質問	C1	C2	C3	C4	平均
数学Ⅰ関連	(Q1)	2.4	3.0	1.4	2.5	2.33
	(Q2)	3.0	2.6	2.1	2.6	2.58
	(Q3)	1.6	1.4	1.2	1.5	1.43
	(Q4)	1.2	1.3	1.1	1.3	1.23
	(Q5)	1.8	2.3	1.8	2.4	2.08
	(Q6)	1.2	1.2	1.0	1.3	1.18
数学Ⅱ関連	(Q7)	2.7	3.7	1.8	3.1	2.83
	(Q8)	2.9	2.8	2.5	3.0	2.80
	(Q9)	1.5	1.6	1.4	2.0	1.63
	(Q10)	1.3	1.3	1.1	1.6	1.33
	(Q11)	2.0	2.4	1.8	2.4	2.15
	(Q12)	1.2	1.3	1.0	1.4	1.23
総合評価	(Q13)	1.2	1.2	1.1	1.0	1.13
	(Q14)	1.3	1.8	1.1	1.1	1.13
	(Q15)	1.5	1.4	1.1	1.3	1.13

5 考察

本節ではまず2016年度から2017年度にかけて本校1学年で担任したクラスを中心に幾つかの補習を実施した結果を総括し、その効果と継続性についてまとめ、今後の補習体制の展望についても言及する。

5.1 補習の効果とその継続可能性

2016年度は前期中間試験前に朝学補習、夏休み期間中にTA付き寺子屋式補習を行った。その結果、補習に参加したグループのほうが基礎数学Ⅰ、Ⅱいずれも偏差値の上昇が見られた。その一方、後期の自由参加型の補習は、補習参加者の偏差値が50前後であったこともあり、偏差値の上昇はあったものの補習参加の有無で補習の効果があつたかどうかを判断はできなかった。次に、2016年度の結果を受けて2017年度は朝学補習と夏休み期間中のTA付き寺子屋式補習の効果について検証した。結果は2016年度と同様の結果が得られ、これらの補習体制は数学の成績不振者の補習として有効であると考えられる。

今後の課題は継続性であるが、数学の夏休み中の寺子屋式補習は2014年度から続いていることを考えると、今後さらに深化し継続していくことが期待される。ただ、朝学補習を今後継続していくためには1学年の担任と数学担当者に負担が大きいため、一

般科目の教員や数学科の教員にコンセンサスを取る必要がある。しかし、ここ数年来、ガバナンス改革、働き方改革が叫ばれている時流を考えると難しいものと思われる。

5.2 今後の展望

学生の学力を一定以上に保ち、入試倍率の低下に伴う学力の底上げをするためには、1年次の年度当初から数学に限らず、学校としての補習システムが今後、必要不可欠なものになってくると思われる。

特に、高専の環境に慣れるまでの入学当初の前期間間中の支援は、今回の検証の結果、実施方法に議論はあっても、補習の実施は有効であると思われる。

一方、最近では ICT の活用が叫ばれており、効果的な e-learning システムの導入事例として、呉高専における moodle の導入事例¹⁾が報告されている。例年、呉高専では、数学の国立高等専門学校学習到達度試験（以下、学習到達度試験）において平均点では全国において中位であった。しかし、moodle 導入後の 2015 年度の校内平均点は、全国平均点の 134% を得点している⁵⁾。なお、呉高専は、学習到達度試験の 10 領域ある分野のうち 8 領域を選択、受験している。ここでいう「全国平均」というのは、同じく 8 領域を選択した高専における平均ということである。但し、呉高専では、2016 年度の呉高専の専攻科入学試験（数学）より、数学科目の評価として学習到達度試験が利用されることになったことも成績の改善に少なからず影響したものと考えられる。このため、e-learning システムを導入したことのみにより、成績が向上したとはいえないが、e-learning システムを導入することにより、成績が改善する可能性はあると考えられる。

また、授業時の小テストにマークシート試験を導入し、学力が向上した先行事例として、香川高専高松キャンパスの取り組み³⁾等も報告されている。

これら先行事例に習い、本校でも moodle の導入や小テスト等へマークシート試験を導入し、ICT を積極的に活用した e-learning システムによる広い意味での補習・学習支援体制を今後構築していく必要があると考えられる。

最後に、人間の内発的な学習意欲は、有能感（自分はできると感じる）、自己決定感（自分のことは自分で決めるということ）、他者受容感（安心して学習できる環境と立場があるということ）という 3 つの要素で支えられているといわれている²⁾。今更であるが、補習は成績不振な学生をある意味、強制的に勉強させている。この結果、「理解できるようになりたい」と思っている学生以外は、「やらされ感」

を強く感じることは否定できない。このため、補習に参加する学生の中には、自己決定感が損なわれているのではないかという点が心配される。

さらに、2016 年度に答申が出された学習指導要領の改訂における「主体的・対話的で深い学び」、所謂、AL(アクティブ・ラーニング)の裾野が広がりを見せている現在、補習といえども“自己決定感”に支えられた主体的に参加できる環境、補習参加者が対話することで結果的に“有能感”が得られる環境、そして“他者受容感”で支えられた安心して補習に参加できる環境を学校が構築し、深い学びにつながる体制を今後、検討する時期に入ってきているものと思われる。

参考文献

- 1) 赤池 祐次, 影山 優, 川勝望, 小林正和: 非情報系教員による Moodle を用いた数学補助教材の作成について, 日本数学教育学会高専・大学部会論文誌 vol. 23, No.1, pp. 125-138, 2017
- 2) 新井達也: 算数・数学学習におけるつまづきに関する一考察, 筑波技術短期大学公開講座「現代聴覚障害教育研修講座」, pp. 58-63, 2003
- 3) 上原 成功, 高橋 宏明, 田上 隆徳: 低学年における効率的な演習を取り入れた数学教育—OA 機器を用いたマーク式テストの導入—, 高専教育, 第 35 号, pp. 209-214, 2012
- 4) 上原 成功, 橋本 竜太, 南 貴之, 中村 篤博, 東田 洋次, 高橋 宏明, 星野 歩: 平成 25 年度の一般演習について, 香川高等専門学校研究紀要, 第 5 号, pp. 209-214, 2012
- 5) 影山 優, 赤池 祐次, 小林正和, 川勝望: 呉高専における到達度試験を活用した数学教育改善の成果分析, 工学教育 vol. 65, No.3, pp. 14-17, 2017
- 6) 佐々木 伸子, 森脇 武夫, 赤池 祐次, 笠井 聖二, 竹山 友子, 木原 滋哉, 大和 義昭, 横瀬 義雄: 基礎学力向上プロジェクトによる低学年に対する学習支援の試み—寺子屋の取り組みと学生の学習状況について—, 呉工業高等専門学校研究報告 第 72 号, pp. 65-72, 2014
- 7) 佐々木 伸子, 森脇 武夫, 赤池 祐次, 笠井 聖二, 竹山 友子: 基礎学力向上プロジェクトが学生に与える影響—学生の学習状況の変化に着目して—, 呉工業高等専門学校研究報告 第 73 号, pp. 49-56, 2011
- 8) 高橋 宏明, 田口 淳, 佐藤 文敏, 上原 成功, 宇野 光範: 高学年の学生による補習指導補助—香川高専高松キャンパスにおける「特別補習」での試みと成果—, 高専教育, 第 37 号, pp. 155-159, 2014