

府大高専における数学の初年次教育

稗田吉成^{*1}, 松野高典^{*2}, 檜崎亮^{*3}, 室谷文祥^{*4}, 梶真理香^{*5}, 鬼頭秀行^{*6}

First Year Experience of Mathematics in Osaka Prefecture University College of Technology

Yoshimasa HIEDA^{*1}, Takanori MATSUNO^{*2}, Ryo NARASAKI^{*3}, Hisayoshi MUROYA^{*4},
Marika KAJI^{*5} and Hideyuki KITO^{*6}

要旨

大阪府立大学工業高等専門学校では数学の初年次教育として、毎年入学時に基礎学力確認テスト（数学）を実施し新入生の中学校までの基礎学力を確認するとともに、これまでの新入生と比較し、経年変化を調べている。その結果、数学の基礎学力が不十分であると思われる学生に対し、早期に学生支援の対策を実施することができている。さらに夏期休業中に数学の補習授業を全学的な学生支援策として、数学教員だけでなく一般科目系や専門コースの教員とも連携して行っており、よりスムーズな中高接続（中学校から高専）が実現できるように取り組んできている。これらの取り組みについて、これまでの基礎学力確認テスト（数学）の結果や第1学年の学年末の数学の科目の成績と合わせて報告する。

キーワード: 高専, 数学教育, 全学的な学生支援, 教員間連携

1. はじめに

大阪府立大学工業高等専門学校（以下 本校）では毎年160名の新1年生および工科高校等からの10数名程度の4年次編入生が入学している。本校では数学の初年次教育として、正規のカリキュラムに加えて中学校や工科高校等での学びから本校での学習にスムーズに接続するための様々な取り組みを行っている。

本校では2015年度以降、第1学年の全学生を対象に、基礎学力確認テスト（数学）を実施している。これにより新入生の数学の基礎学力について、毎年の中学校の調査書の評定、入学者選抜試験の倍率、学力検査の数学の問題の難易度などに関わらず、本校独自の経年変化を調べることができる。その結果、数学の基礎学力が不十分であると思われる学生に対し、早期に学生支援の対策を実施することができている。以下では、これら数学の初年次教育について、これまでの基礎学力確認テスト（数学）の結果や正規の数学の科目の成績と合わせて報告する。

4年次編入生に対する数学教育については、冊子「高等専門学校4年生への基礎数学」を作成し、第4学年の選択科目「数学演習」で使用するなどの取り組みを行っている。これについてはすでにいくつか報告を行っている

のでそちらを参照していただきたい（[1][2][3]）。

2. 基礎学力確認テスト（数学）について

2.1 導入の経緯 2014年度に数学研究室の教員一同から本校教務担当副校長に「基礎学力確認テスト（数学）導入についての提案」を提出した。目的は以下の2つである。

1. 入学者の数学の基礎学力を早期に把握し、本校における数学教育に役立てるため
2. 目標に準拠した評価（絶対評価）への変更に伴い、入学者の数学の調査書での評価と学力の関係がどのように変化したかを調査し、入試制度改善に役立てるため

目的の1つ目について、以前は本校入学時の数学の学力に関して、学力選抜で入学してきた学生については中学校からの調査書と学力試験の結果でその学力を測ることができたが、特別選抜で入学してきた学生については中学校からの調査書だけでしか測ることができない状況だった。またそのような状況にありながら、入学時の学力を数学研究室として、あるいは学校として組織的に調査することなく授業を実施し、成績不振者に対しては個別に対応していた。そのため本校の前期中間試験が実施される6月以降に成績不振な学生を確認し、その後に補充指導などの対応を行っていたが、その時点ですでに本校の数学のカリキュラムにおいて「数や整式とその計算」、

2019年8月19日 受理

*1, *2, *3, *4, *5, *6 総合工学システム学科 一般科目系
(Dept. of Technological Systems : General Education)

「方程式」、「2 次関数」など、中学校の基礎学力の延長にある内容については定期試験の実施後にあたり、対応が後手に回っていたと言える。基礎学力確認テスト(数学)導入後にその結果をどのように数学教育に役立てているのかについては、後ほど「4. 初年次における数学教育の取り組み」で紹介する。

目的の 2 つ目は、2016 年度以降に本校に入学する学生について、大阪府の中学校からの調査書の評価が、集団に準拠した評価(相対評価)から目標に準拠した評価(絶対評価)に変更されたためである。大阪府以外の他府県ではすでに目標に準拠した評価が採用されていたが、大阪府内からのみ入学者選抜の志願者を募集する本校では、大阪府が目標に準拠した評価を採用し調査票の評定を 10 段階から 5 段階に変更する影響は大きかった。入学者選抜において特別選抜の出願資格をどう設定するか、学力選抜における調査書と学力検査の配点をどうするかなど、学内で議論があった。特に、調査書の評定が 10 段階から 5 段階に変更されることで調査書の成績に差がつきにくくなり、本校に入学する学生の基礎学力が担保されないのではないかと心配する声も少なくなかった。そのため、集団に準拠した評価による調査書を用いて入学してくる最後の年度の学生から基礎学力確認テスト(数学)を実施し、目標に準拠した評価に変更後も継続することにより本校に入学してくる学生の数学の基礎的な学力がどのように変化したのかを確認することができ、将来的な入試制度の改善に役立てることも可能である。これについては、「3. 基礎学力確認テスト(数学)の結果、分析」で報告する。

これらの経緯から、2015 年度から基礎学力確認テスト(数学)が「学校全体の取り組み」として導入され、現時点で 5 回実施している([4])。

2.2 実施方法と内容 基礎学力確認テスト(数学)は入学直後に一斉に実施している。経年変化を見るために、中学校の学習指導要領の変更が無い限り、年度が変わっても同じ問題を使用する。試験時間は 40 分間とし、問題数は小問が 20 問で、配点は各 5 点の 100 点満点となっている。

試験内容は、中学校で学習した中でも基礎的な事項について、特に本校で必要と思われる内容としている。具体的な内容は、「式の計算」、「方程式」、「関数」、「図形」、「資料の整理」についての基本的な問題であり、中学校での数学の基礎学力をきちんと身につけていけばスラスラと解けるレベルに設定している。より詳細な試験内容については表 1 に記載した。中学校で学ぶ数学には表 1 以外にも、例えば関数ではグラフの共有点と連立方程式、図形で

表 1 基礎学力確認テスト(数学)の内容

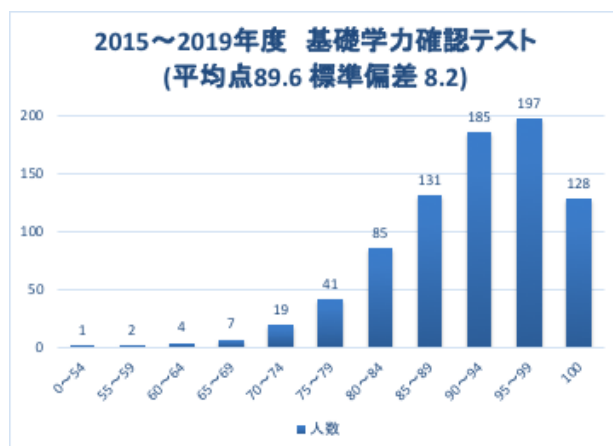
式の計算	負の数や累乗を含む四則計算
	約分・通分を含む四則計算
	分母のある式の計算
	平方根の計算
	因数分解
方程式	解の意味
	移項等で解ける 1 次方程式
	連立 2 元 1 次方程式
	2 次方程式(因数分解)
	2 次方程式(平方完成・解の公式)
関数	1 次関数
	2 次関数(変化の割合、定義域・値域)
	関数とグラフ(通る点の意味)
図形	三角形の相似条件
	三平方の定理とその逆
	円周角の定理とその逆
	円錐の体積・表面積
資料の整理	度数分布表、相対度数

は接弦定理や円の面積など基本的な内容は存在するが、基礎学力確認テスト(数学)では全てを網羅するということはしていない。

3. 基礎学力確認テスト(数学)の結果、分析

これまでに基礎学力確認テスト(数学)は 5 回実施しており、表 2 ではその 5 回分 800 人(160 人×5 年分)の結果をまとめた。この結果はほぼ正規分布に従っており(100 点満点のため上限は 100 で頭打ちだが)、また平均点が 89.6 点と、基礎的な学力を問う試験としては妥当なものだと考えられる。

表 2 2015～2019 年度 基礎学力確認テスト(数学)



次に、「2.1 導入の経緯」で示した2つの目的について、検討していく。まず1つ目の目的である、基礎学力を早期に把握し数学教育に役立てることにに関して、75点未満の学生が33人で全体の約4%であり、平均点から標準偏差の約2倍以上離れているため、この学生達は基礎学力が不足していると認識する。または80点未満で考えると学生が74人で、全体の約9%であり、平均点から標準偏差の1倍以上離れており、この学生達は基礎学力が十分とは言えない。よってこれらの学生に対しては、早期に対応する必要がある、「4. 初年次における数学教育の取り組み」でその内容について詳しく説明する。

続いて、2つ目の目的である入学者の数学の基礎学力の経年変化について、各年度の結果を表3～7にまとめた。

表3の2015年度は、調査書の評価が集団に準拠した評価で10段階であり、表4～7は目標に準拠した評価で5段階となっている。平均点や標準偏差から考察するに、2015年度に比べて、それ以降の入学生の基礎学力が下がったというデータは全くなく、むしろ基礎学力はやや上がったとみる方が妥当であろう。しかしこれは調査書の評価の方法の変更の影響というよりは、本校の入試分析

表3 2015年度 基礎学力確認テスト（数学）

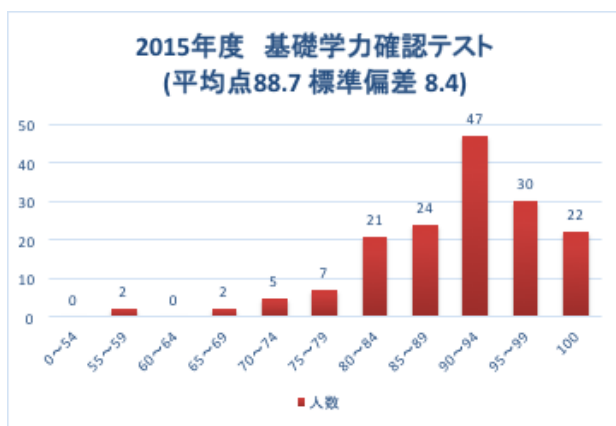
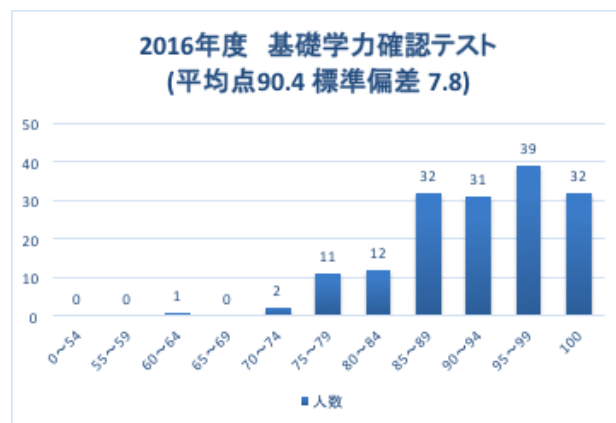


表4 2016年度 基礎学力確認テスト（数学）



報告会（[5]）で指摘されたように、入試倍率の増加によるものと考えられる。大阪府の公立高校は2016年度入学者選抜から、それまでの前期及び後期入学者選抜を、後期入学者選抜の時期に原則一本化し、一般入学者選抜とした（[6]）。これにより、前期選抜で実施していた工科高校の入学者選抜が一般入学者選抜となったため、本校の学力検査による選抜を受験し不合格となっても、工科高校

表5 2017年度 基礎学力確認テスト（数学）



表6 2018年度 基礎学力確認テスト（数学）



表7 2019年度 基礎学力確認テスト（数学）

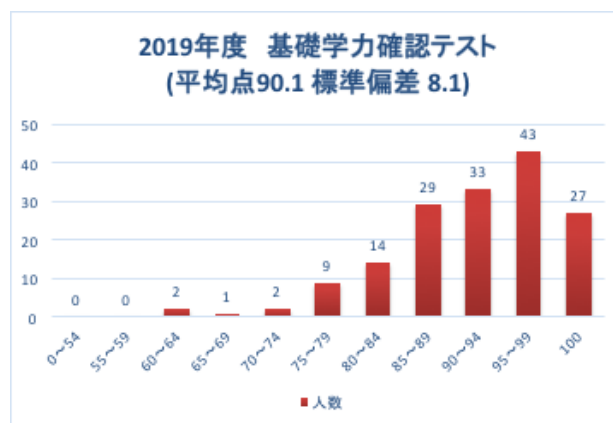


表 8 本校の入学者選抜志願倍率

年度	特別選抜志願倍率 (募集人員 40 人)	学力選抜志願倍率 (募集人員 120 人)
2015	1.03	1.45
2016	3.58	2.32
2017	3.58	2.25
2018	3.70	2.20
2019	3.55	2.08

の入学者選抜を受験することが可能となった。本校の志願者層と工科高校の志願者層は重なる部分もあるため、どちらか片方を選んで受験してきた中学生の多くが、工科高校の一般入学者選抜より前に実施される本校の入学者選抜を受験することは当然の選択だろう。また、本校の小論文と面接による特別選抜においては、調査書の評価が 10 段階から 5 段階に変更になった影響もあり、実質的には出願の資格が緩和されたとみなせる。合わせてアドミッションポリシーによって、どのような入学生を求めているかをより明確に示した結果、本校の特別選抜にチャレンジする中学生が増えたと考えられる。実際、表 8 に示すように 2016 年度から志願倍率は上がっており、今後この倍率を維持できるかが、入学者の基礎学力を担保する重要な要因となるのは間違いない。よって今後は基礎学力確認テスト（数学）の結果について、2 つ目の目的については経年変化を追うといった参考程度に止め、1 つ目の目的である初年次教育にフォーカスする。

4. 初年次における数学教育の取り組み

4.1 補充指導等について 本校の初年次には「基礎数学 a」と「基礎数学 b」の授業がそれぞれ 3 単位ずつ設定されている。これらについては、通常の高等専門学校で学ぶ内容と特に違いはないため、詳細についてはシラバス ([7]) で確認してもらうこととして、ここでは説明を省く。一方、正規の授業以外に行う指導は、主に次の 2 つである。

1. 5 月のゴールデンウィーク中の特別課題
2. 夏期休業中の数学補習授業

もちろんこの 2 つ以外にも授業担当者が適宜個別に補充指導等を実施しているが、それはどの学年のどの科目でも同様であるため、ここでは記述を省略する。

まず、1 つ目の特別課題については、入学直後に実施した基礎学力確認テスト（数学）の結果を受けて、80 点未満の学生（全体の約 9%）に対し、中学校の復習と基礎数学 a・b について 4 月中に学んだ内容について、基礎事項

の復習を課している。課題プリントを配布してゴールデンウィーク中に各自解き、教員が採点后、学生の理解が不十分な部分に関しては個別に指導している。

2 つ目については、2016 年度第 9 回教務委員会^{注1}にて、「全学的な学生支援策」として夏期休業中に補充指導期間が設定された。その中で、数学担当教員だけでなく、専門コースや数学担当以外の一般科目系の教員も協力して、夏期休業中に数学の補習授業を行うことが決定された ([8])。対象者は基礎数学 a・b における前期中間試験の点数が 60 未満の学生と、前期末試験の範囲に躓きが見られる学生である。前期末試験が終わり夏期休業の最初の 2 日間、数学教員および複数の本校教員が付き添いながら、基礎数学 a・b の前期の内容の基礎的な部分についての課題プリントを各自解いて、その場で教員が採点していく。課題プリントは同じ内容についての事項を 1 枚にしたものが計 15 枚で、1 枚解けるごとに教員が採点し問題がなければ次のプリントに、不十分な解答や間違っている場合は再度解き直して採点してもらうというように進めて行く。この形式なら理解できていない項目を曖昧にせず、基本的な部分の内容についてはきちんと学生に定着させることができる。また通常の講義とは違い、個人がそれぞれの理解度に合わせて進めることができ、各自で理解の不十分な項目に時間をかけて学習することができる。さらに、数学以外の教員も協力しているため、通常の授業であれば 40 人を 1 人の教員が対応するが、この補習授業では約 30 人の学生に対し 7 人の教員が対応しており学生も質問しやすく、課題が進んでいない学生に対して教員からも積極的に個別指導をすることが可能になる。2019 年度は数学教員以外に、物理 1 名、化学 1 名、メカトロニクスコース 2 名が補習授業の担当教員として学生の指導を行った。なお同時期に 2 年生に対しても同様の数学補習授業を行い、物理 1 名、機械システムコース 2 名、環境物質化学コース 2 名が指導担当に加わった。（職階の内訳は、教授 3 名、准教授 3 名、講師 2 名、助教 1 名）

4.2 補充指導後のアンケート結果 2019 年度から夏期数学補習授業後に、「補習・補充指導に関するアンケート」を実施した。設問は次の 7 つである。

Q1	補習・補充指導の目的は理解していますか。
Q2	実施時期や時間は適切でしたか。
Q3	説明や指示は分かりやすかったですか。
Q4	教材（配布プリントなど）や課された演習時間は、教科を理解する上で適切でしたか。
Q5	補習・補充指導は、科目を理解する上で役立ちましたか。

Q6	補習・補充指導を受ける前に比べて、教科の内容の理解が進みましたか。
Q7	補習・補充指導を受けてよかったと思いませんか。

表 9 は各設問の回答人数と、A～E をそれぞれ 5～1 とし
て各設問の回答の平均を記載したものである。

表 9 補習授業アンケート結果

	A	B	C	D	E	平均
Q1	24	7	1	0	0	4.7
Q2	23	3	4	2	0	4.5
Q3	27	4	1	0	0	4.8
Q4	25	7	0	0	0	4.8
Q5	26	6	0	0	0	4.8
Q6	28	4	0	0	0	4.9
Q7	27	5	0	0	0	4.8

アンケート結果から見られるように、参加した学生の満足度はとても高く、実際に指導をしているときも学生は集中して課題に取り組んでいた。実施時期や時間についてやや否定的な回答もあるが、2017 年度までは 9 月に前期末試験を実施していたため、夏期補習授業を受けて各自で復習し、前期末試験に臨むことができた。2018 年度からは本校は Semester 制となり、前期末試験を 8 月前半に実施後、夏期補習授業が行われているため、学生にとっては前期末試験前に補習を受け、試験の勉強に活かしたいとの希望があるのかもしれない。しかし日程的に他に選択肢が取りづらいため、この補習については前期に学んだ内容の確実な定着を図り、後期以降の学習に繋げるという意識で今後も実施していく。実施時間については学生の意見を聞き、可能な範囲で今後の検討課題としていきたい。

続いてアンケートの自由記述欄から、いくつか紹介する。

- ・今まで分からなかったところや、曖昧だったところを復習することができたので、行って良かった
- ・自分はどんなところでつまづいていたのかがよく分かり、どこを重点的にやればよいのかが分かった。
- ・数学を集中的に勉強できるととても良い機会だった
- ・自分はどこが欠けているのかわかることができた
- ・理解できていなかった範囲が意外と多かったことに気づけた。夏休みに復習し、さらに理解を深めていきたい
- ・質問に分かりやすく教えてくれて充実していた

アンケートの結果だけでなく、この自由記述欄からも参加した学生の前向きな意見がしっかり読み取れる。特に普段の授業期間では学習に積極的でない学生も、個別で多くの教員から手厚く指導されることによって理解が進み、自分の学習状況や基本的な内容についての理解度を見つめ直す良い機会になっていることがわかる。

5. 基礎学力確認テスト（数学）と成績について

ここでは、2015～2018 年までの基礎学力確認テスト（数学）の結果と、第 1 学年の学年末における数学の科目、基礎数学 a・b の成績の関係性について報告する。

表 10 は 4 年間の基礎学力確認テスト（数学）の結果、表 11 は 4 年間の基礎数学 a・b の学年末の成績である。本校の成績の評定は、優：80～100 点、良：65～79 点、可：60～64 点、不可：0～59 点となっている。

表 10 2015～2018 年度 基礎学力確認テスト（数学）

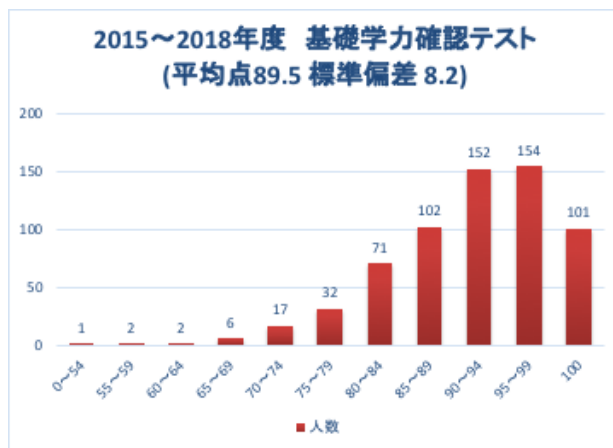


表 11 2015～2018 年度 基礎数学 a・b 成績

	全員	基礎学力確認テスト（数学）			
		75 点未満	75～84 点	85～99 点	100 点
優	55.8%	17.9%	42.7%	57.5%	77.5%
良	36.7%	48.2%	40.2%	36.5%	22.5%
可	5%	25%	11%	3.8%	0%
不可	2.5%	8.9%	6.1%	2.1%	0%

7.5% 33.9%

4.5 倍

表 1 1において, 全員とは 4 年間の合計で 634 人×2 科目=1268 件であり, その内基礎学力確認テスト (数学) が 75 点未満の学生は 56 件, 75 点以上 85 点未満の学生は 164 件, 85 点以上 100 点未満の学生は 810 件, 100 点の学生は 200 件である. この表からわかるように, 基礎学力確認テスト (数学) 75 点未満の学生は, 可または不可となる割合が全体の学生の割合に対して約 4.5 倍になっている. これはゴールデンウィーク中の特別課題や夏期補習授業を実施した上での結果なので, もし何も対策をしなければ, さらに差が拡大していると想定される. この結果からも, 基礎学力確認テスト (数学) によって入学時の基礎学力が不足しているまたは不十分であると判断される学生に対して, 早い段階から支援を行う必要があることは明白である. また, 表からは基礎学力確認テスト (数学) の成績に比例して優を取る学生の割合が増え, 可や不可を取る学生の割合が減っていることが見て取れる. 特に基礎学力確認テスト (数学) が 100 点, すなわち入学時の基礎学力が十分であると見なされる学生は可または不可を 4 年間 1 人も取っていないため, 中学校での基礎学力がしっかりしていれば本校へ入学後もスムーズに授業についていけると考えられる.

6. まとめ

基礎学力確認テスト (数学) を開始し 5 年が経過した. また全学的な学生支援策としての夏期補習授業も 3 年間実施してきている. これまでのデータから, 本校に入学してくる新入生の数学の基礎学力については, 入学者選抜制度などの大きな変化がない限り, 大きく変動はしないと予想される. よって今後の基礎学力確認テスト (数学) については当初の 2 つの目的のうち, 初年次教育を充実させるために今後も活用する.

今回報告した取り組みは数学教員全員で課題の問題作成や採点をし, 教務主事室^{注2}や教務委員会とも連携を計って実施しているが, このまま継続することによりさらに学生にとってより良い支援策になるよう取り組んでいきたい.

今後の検討課題としては, 基礎学力確認テスト (数学) の結果について, 合計点だけでなく小問ごとのデータを調べ, 学生にとって支援が必要な基礎学力をより詳しくまとめることなどがある. また, その結果に基づき, 学生の個人個人にオーダーメイドした基礎学力定着のための AI を利用した ICT 教材を活用するなど考えられるが, あくまで中学校までの基礎学力についてなので, そこまでする必要があるかどうかについては難しいところであり, 現在の人員や予算で実行可能な範囲で取り組めると

ころから考えていきたい.

夏期補習授業については, 参加学生からの反応も良く, 実施している教員からも担当教科以外の学生の現状について把握できるなど有意義であるという意見があり, 全学的な学生支援策としてはとても意味のあるものになっている. 今後も本校の教員間連携の重要な取り組みとして, 継続して実施していく.

これまでの取り組みをまとめた今回の報告を活用して, 本校に受け入れた学生に対し, 初年度から工学基礎科目として重要な数学の確実な定着を計り, 本校で養成する人材像「ものづくりの場でのリーダー的資質を備えた創造力と高い倫理観のある実践的な技術者」への第一歩を学生が踏み出せるよう, 数学教員一同で力を合わせて今後も取り組んでいきたい.

注

- 1 大阪府立大学工業高等専門学校の教育に関する全学的事項の審議を行うための学内組織
- 2 大阪府立大学工業高等専門学校の教務に関することを掌る教務担当副校長を補佐するための学内組織

参考文献

- [1] 有末宏明 他, 高専 4 年次編入学生に対する数学教育の現状と対策, 大阪府立大学工業高等専門学校研究紀要 第 47 巻 pp. 29-32 (2013 年)
- [2] 片山登揚 他, 編入学生のための数学教育, 日本高専学会誌 第 19 巻 第 3 号 pp. 63-66 (2014 年)
- [3] 稗田吉成 他, 数学教育支援用冊子の改訂について, 大阪府立大学工業高等専門学校研究紀要 第 49 巻 pp. 69-72 (2015 年)
- [4] 大阪府立大学工業高等専門学校, 平成 27 年度 第 1 回教務委員会 (2015 年 4 月)
- [5] 有末宏明 他, 大阪府立大学工業高等専門学校「入試分析報告会」(2017 年 9 月)
- [6] 大阪府教育委員会, 大阪府公立高等学校入学選抜制度改善方針 (2014 年 11 月)
- [7] 大阪府立大学工業高等専門学校, 2019 年度本科シラバス 1 年生 (2019 年)
- [8] 大阪府立大学工業高等専門学校, 平成 28 年度 第 9 回教務委員会 (2017 年 1 月)