

福岡工業大学 機関リポジトリ

FITREPO

Title	電気工学科における数学基礎演習Aでの学習状況の把握
Author(s)	足立孝仁, 高原健爾, 小田部貴子, 高橋琢理, 若松秀俊
Citation	福岡工業大学研究論集 第45巻2号(通巻69号) P57-P63
Issue Date	2013-2
URI	http://hdl.handle.net/11478/1273
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher

Fukuoka Institute of Technology

電気工学科における数学基礎演習Aでの学習状況の把握

足	立	孝	仁	(大学院電気工学専攻)
高	原	健	爾	(電気工学科)
小	田	部	貴	子 (FD 推進室)
高	橋	琢	理	(東京医科歯科大学)
若	松	秀	俊	(東京医科歯科大学)

Survey on Learning Context at Elementary Mathematic Practice A in the Department of Electrical Engineering

Takahito ADACHI (Graduate School of Electrical Engineering)

Kenji TAKAHARA (Department of Electrical Engineering)

Takako OTABE (Office of Faculty Development Support)

Takuri TAKAHASHI (Tokyo Medical and Dental University)

Hidetoshi WAKAMATSU (Tokyo Medical and Dental University)

Abstract

The purpose of this study is to survey learning context at Elementary Mathematic Practice A in the Department of Electrical Engineering. Elementary Mathematic Practice A is a required course which includes trigonometric function and complex number on a high school level. The content of the lecture provides basic knowledge for understanding specialized courses. However, the numbers of students who have limited insight into the content have been increasing. This is partly because many students have little study habits. The students take mini-exam and evaluate their studying context by themselves at every lecture. Analysis of the self-evaluations and mini-exam results shows that there are gaps in perception between their real academic abilities and self-assumptive academic abilities. We think the gaps would prevent the students from studying continuously.

Key words: *self-evaluation, fundamental mathematics, trigonometric function, complex number, gap in perception*

1. はじめに

近年、大学へ入学生の学習履歴が多様化し、入学生の基礎学力に格差が生じ、大学で本来学ぶべき専門科目の内容を理解できない学生が年々増えてきている。大学で専門的な内容を理解するには、基礎学力を十分に身につけている必要がある。入学生に基礎学力を身につけさせるため、さまざまな大学で高校と大学との接続教育⁽¹⁾⁽²⁾が実施されている。文部科学省が2005年度に調査したデータ⁽²⁾によると、全国で約3割の大学でリメディアル教育が実施されており、大学でのリメディアル教育は一般的なものになってい

る。

福岡工業大学電気工学科では、高学年で学ぶ専門科目を理解しやすくするために、数学・物理のリメディアル教育を1年次前期に行なっている。2011年度以前のカリキュラムでは「数学基礎演習AおよびB」が基礎数学科目として設定され、三角関数や複素数、指数・対数など電気回路や制御工学で必要となる基本的な内容を教授していた。現在では、カリキュラム改訂により「電気基礎数学AおよびB」として、より基本的な内容から学習するように変更されている。

2011年度までの「数学基礎演習AおよびB」ではe-learning教材への取り組みを義務化したり、TAを積極的に配置したりするなど学生の学習を促すための努力をしてきた。また、オフィスアワーを講義室に設定し、そこでも

TA を配置するなど学習環境の整備も行なってきた。しかしながら、学生の理解度は年々低下し、再履修者が増加してきた。著者らは、その原因が学習習慣の欠如にあると考え、数学基礎科目の受講生らに学習自己点検を実施し⁽³⁾⁻⁽¹²⁾、自宅での学習改善のきっかけにしようと試みてきた。その結果、学生の学習時間は増加したが、基礎数学の内容理解が十分に深まったとは言い難かった。

本稿では、数学基礎演習A再履修を受講した学生を対象に、学生の学習状況について報告する。まず、講義で取り組んできた運営と学習自己点検について説明し、学習自己点検から得られた学生の学習効果について報告する。また、学生が学習していくうえで妨げとなっている要因についても検討する。

2. 数学基礎演習Aについて

2.1 講義の運営

数学基礎演習Aでは、高学年で学ぶ「電気回路」や「制御工学」など専門科目に必要な数学の基礎となる三角関数と複素数を中心に学習する。学習内容は、高校程度の内容にもかかわらず合格者は年々低下しており、特に数学基礎演習Aでは顕著に表れている。数学基礎演習Aの内容を理解していないと、「電気回路」で学ぶ交流理論を理解するのが難しく、他の専門科目でも躓くことが考えられる⁽¹³⁾。この事態を解消するために、2008年度から、開講学期ではないが後期にも内容理解と学習習慣を身につけさせるための補習を始めた。2012年度前期までの講義運営について表1に示す。学期ごとに、学生の内容理解を促進するための改善を行なってきており、表中に示している。一方、効果があったと考えられる運用方法については継続している。

運用の改善について、TA増員のときを例にして説明する。2009年度前期のTAの導入は、受講生にとって、教員よりも先輩学生の方が質問しやすく、内容理解につながると考えてのことであった⁽¹⁴⁾。当初は科目担当者の研究室の大学院生のみであったが、未履修者が多くなるに従って、TAには単位取得に苦労と努力をした学生に多く参加してもらっている。なぜなら、受講生が躓いている箇所はかつてTA自身が乗り越えてきた部分なので、経験をもとにした具体的なアドバイスができると考えられるからである。講義中のTAの役割は、机間指導を行ない、演習問題が分からない学生や質問した学生に対して図やグラフを用いて丁寧に教えることである。2009年度後期の調査によれば、実際に学生の多くは、担当教員よりTAに質問するケースが多く、TAへの質問については抵抗感が少ないことが確認できた。TAとの対話を通じて、学生は苦手箇所に気づくことができるので、内容理解を深めるきっかけになると考えられた。したがって、1人でも多くの学生に苦手箇所の気づきや学習改善を促すため2010年度後期にTAを増員することにした。

その他の取り組みについても、学生の学習状況やTAとの打ち合わせを基に改善をするようにしており、学生が利用できる学習環境を提供し続けている。次節では、具体的な授業展開について説明する。

表1 講義運営の変化

	運用の改善点	継続している運用
2008年度 (後期)	・補習講義の開設	・正規講義の内容
2009年度 (前期)	・学習計画 ・TAの導入 ・夏期集中補習(2日間)	・正規講義の内容
2009年度 (後期)	・確認試験の実施 ・補習講義の開設(週2回)	・学習計画 ・TAの導入
2010年度 (前期)	・夏期集中補習(3日間)	・確認試験の実施 ・学習計画 ・TAの導入
2010年度 (後期)	・学習自己点検 ・TAの増員(3→6名) ・習熟度別グループ分け	・補習講義の開設(週2回) ・確認試験の実施 ・学習計画
2011年度 (前期)	・苦手箇所の把握 ・TAの増員(6→8名) ・問題数の確認	・確認試験の実施 ・学習計画 ・習熟度別グループ分け ・学習自己点検 ・夏期集中補習(3日間)
2011年度 (後期)	・小テストの実施 ・ノートチェック	・補習講義の開設(週2回) ・確認試験の実施 ・学習計画 ・TAの導入 ・苦手箇所の把握
2012年度 (前期)	・実力確認試験の実施 ・小テストのグラフ化	・確認試験の実施 ・学習計画 ・TAの導入 ・習熟度別グループ分け ・学習自己点検 ・ノートチェック ・夏期集中補習(3日間)

2.2 授業展開

2012年度前期を例に、実際に行なった授業展開について説明する。第1回目の講義で再履修生にガイダンスを行ない、半期で単位を取得するための具体的な学習計画書の提出を義務付けた。学習計画には、①不得意な単元、②単元内容を理解できない理由について、③具体的な学習計画、

④所信表明，をそれぞれ書かせた。また，一週間の学習時間と具体的な学習方法，使用する問題集と解いてくる問題数を示すように指示しており，それが実現可能であるか担当教員またはTAと面談して，適切なものに修正させた。

2012年度の再履修者は約200名であり，丁寧な教育を行なうため1・2年クラスと3・4年クラスに分けて開講した。講義では学習計画に従って自宅で学習してくることを前提としているが，一応の目安として各週の講義内容を表2に設定した。学年別で分けていることもあり，1・2年クラスと3・4年クラスで授業展開を少し変えた。1・2年クラスでは，開始からおよそ30分を黒板で説明し，知識の整理をした後，質問に対応した。その後の残り時間は，理解度別に分けたグループを対象とする説明や，学生各自の自習時間とした。3・4年クラスでは，最初から学生の質問に対応し，残り時間は1・2年クラスと同様にした。どちらのクラスでも，自宅で学習したノートの内容チェックとその日の単元についての確認小テストを行ない，講義終了前5分程度で学習自己点検を実施した。講義開始時にノートを集め，計画通りに自宅学習が行なわれているかについて一人のTAが確認を行ない，不十分な点については，そのノートにコメントを書き示した。小テストは，その日の内容がどの程度身についたかを確認するために，講義終了の30分前から実施した。小テスト後，直ちに解説を行ない，各自で採点させた。その後，学習自己点検を実施し，一週間の自宅学習について振り返らせた。

講義で十分に理解できなかった受講生や質問できなかった受講生のために，オフィスアワーを木曜日の5・6時限目に設定した。オフィスアワーは講義室に設定し，学生が質問しやすいように学習環境を整えた。ここでは学生の質問内容に対して担当教員やTAが丁寧に教えていき，学生の疑問を解決するように手助けを行なった。

3. 学習自己点検

数学基礎演習Aの再履修講義を受講する学生は，前述した通り，事前に学習計画を提出させている。この学習計画のコピーを学生に渡し，自分の学習が計画に沿って実行されているかを意識させた。学習自己点検は，5分程度で記入できるアンケート方式を採用し，比較的簡単なものである。設問内容は以下の通りである。

I. 学習計画についての自己評価

(1) 一週間の学習時間を記入してください。

(2)-1 教科書による学習の達成度はどれだけですか。

- a 100% b 75% c 50%
d 25% e 0%

(2)-2 学習内容を選択してください。(複数回答可)

- 復習：a 読んだ b 例題を解いた
c 問題を解いた
d 参考書として用いた

- 予習：a 読んだ b 例題を解いた
c 問題を解いた
d 参考書として用いた

その他：

(3)-1 プリントによる学習の達成度はどれだけですか。

- a 100% b 75% c 50%
d 25% e 0%

(3)-2 具体的に学習内容を記述してください。

- 三角関数：a 弧度法，定義 c グラフ
b 性質，式の値 d 方程式，不等式
e 合成
f 最大・最小
複素数：a 直交形式 b 極形式
c 代数方程式
d n 乗根
e 複素平面（四則演算の図示）

(4)-1 問題集による学習の達成度はどれだけですか。

- a 100% b 75% c 50%
d 25% e 0%

(4)-2 具体的に学習内容を記述してください。

- 復習：a 読んだ b 例題を解いた
c 問題を解いた
d 参考書として用いた
予習：a 読んだ b 例題を解いた
c 問題を解いた
d 参考書として用いた

その他：

(5)-1 (2)~(4)までの学習を行ない，苦手分野は克服できましたか。

- a 十分に克服できた
b 少し克服できた
c 少し苦手分野がある
d 非常に苦手分野がある

(5)-2 上記を選択した理由を記述してください。

(6) 一週間の学習を通し，学習計画は適切でしたか。

- a 適切である b 少し適切である
c 少し不適切である d 非常に不適切である

II. 講義について

(1) 本日の講義を受講し，質問したいこと，詳しく解説して欲しい箇所はありますか。

(2) その事柄について講義中に訊ねることができなかった理由も書いてください。

学習自己点検の設問は，大きく2つに分けられる。設問Iでは学生の「振り返り」を促す項目を，設問IIでは講義での疑問点を書かせる項目をそれぞれ設定した。

設問Iは(1)から(6)までの項目で構成した。(1)では，一週間の学習計画時間と実際に取り組んだ学習時間を記述させた。(2)から(4)までは，どのような方法で自主学習に取り組

んだかについて振り返らせた。(5)では、その学習方法で苦手分野が克服できたかを訪ね、一週間の自主学習について振り返らせた。(6)では、自分の学習計画が適切かについて総括させた。

設問IIは、講義で質問できなかった内容を記述させた。ここで書かれた内容は、次の講義に活かすと共に、TAの指導補助の参考にした。

4. 学習自己点検から得られた結果

4.1 学生の学習時間

3章で述べたように、学習自己点検のI-(1)に一週間の学習計画時間と学習時間を学生に記述させている。学習時間は、予め提出された学習計画書に沿って行なわれることを前提としている。2010年度後期から2012年度前期まで継続して4回の講義を受講した学生3名の学習時間の変化を図1に示す。このグラフは、一週間の学習計画時間と学習実施時間の中央値を取ったものである。中央値を選んだ理由は、代表値の偏りを小さくするためである。2010年度後期では、計画時間は約9.0時間と設定しているが、実施に取り組んだ時間は約2.5時間と非常に短い時間となっている。しかし、受講数を重ねるにつれ、実現可能な範囲で計画時間を設定し、実施時間が増える結果となっている。これは、学習自己点検を通し、学習態度を「振り返る」機会と苦手単元に対する「気づき」を与えた結果であると考えられる。また、自身が可能な学習時間を考えられるようになり、計画に従って学習を自己管理できる習慣が身についてきたと考える。4回の講義を全て受けた学生は極少数であるが、多くの学生はより少ない受講回数で、学習実施時間が増えており、少しずつではあるが学習習慣を身につけていると考えられる。

しかしながら、学習時間は増加したが知識の定着に結びつかない学生も少なくない。内容に対する理解が深まれば、質問数が増え、その内容も変化してくるはずであるが、確認試験の結果が悪い場合にも質問が多くなることはなかった。この原因について次節で検討する。

表2 講義スケジュール

講義回数	講義内容	
1	講義の説明・理解度試験	
2	三角関数	弧度法, 定義, グラフ
3		方程式, 不等式
4		加法定理, 合成, 最大・最小
5		まとめ
6	複素数	直交形式, 極形式, 四則演算
7		代数方程式, n乗根
8		和差積商の図示, 複素平面
9		まとめ
10	試験	予備試験 1
11		予備試験 2
12		予備試験 3
13		予備試験 4
14		実力確認試験 1
15		実力確認試験 2

4.2 主観的克服度と小テスト

数学基礎演習Aの合格者と不合格者の間に、学習方法の顕著な差があれば、知識を定着させるための学習方法のエッセンスが抽出できるのではないかと考えたが、学習自己点検の学習内容の項目からは有意な差は見つからなかった。そこで、学習を促す指針を考えるために学生の客観的な視点と主観的な視点から考えることにした。なぜなら、この指針を明確に学生に示すことができれば、学習を促すことができると考えたからである。ここでは、客観的な視点として「点数」、主観的な視点として学習自己点検に含まれる「項目」から、学生の苦手単元に対する認識について考えた。

苦手単元の認識は、毎講義で実施している「小テストの結果」と学習自己点検の項目の1つである「主観的克服度」から見ることにした。小テストは、毎講義に設定されている単元の理解度を知らために実施している。内容は、10分程度で解ける基本的な所から出題した。解答と解説は小テストが終了次第行ない、各自で採点させたあと自己申告するかたちで学習自己点検に点数を記述させた。点数を記述したあとすぐに学習自己点検の記述に移るので、学生は小テストの結果を意識しながらそれぞれの項目を書いていくと思われる。「講義内容を理解」また「苦手を克服」に関する調査項目は、学習自己点検の設問I-(5)にあたる。この選択項目a, b, c, dをそれぞれ100, 75, 25, 0に割り当てて数値化した。

2012年度前期で取った毎講義の「小テストの結果」と「主観的克服度」の平均値をプロットしたデータを図2に示す。図2に示すように、横軸を「主観的克服度」、縦軸を「小テスト」として、「主観的克服度」が50、「小テスト」が6割のところを境界線を引くと、全体を4グループに分けるこ

とができる。それぞれのグループをA, B, C, Dとすると、各グループの特徴は以下のようである。

- ・A 小テストの点数が高く、かつ克服度が高い(34%)
- ・B 小テストの点数が低く、かつ克服度が高い(37%)
- ・C 小テストの点数が高く、かつ克服度が低い(5%)
- ・D 小テストの点数が低く、かつ克服度が低い(26%)

AおよびDグループの学生は、自分の実力が反映される小テストの結果から、適切に自分の克服度のレベルを認識していると思われる。Cグループの学生では、一定以上の得点にもかかわらず自己評価を低くしていることから、今回取った点数をより向上させたい意識があると思われる。Bグループの学生は、自分で認識している実力と実際の実力とのズレが生じている。Bグループの学生は、例えばTAの解説を聞いて分からない部分の一部だけでも解決すると十分に満足が得られる傾向がある。したがって、点数を取るといった目的意識が低く、低い点数で満足している可能性がある。

同様の方法で、受講回数別の「小テストの結果」と「主観的克服度」の平均値をプロットしたデータを図3に示す。図3に示すように、受講回数を重ねることでBグループに属する学生が減り、AグループもしくはDグループに多く属していることが分かる。これは、講義を重ねることで学生は“理解できている内容”と“理解できていない内容”が少なからず区別できているからだと考えられる。また、学習を繰り返し行なうことで、学習に対する目的意識が高くなってきていると思われる。

AグループとCグループの学生は、学習の継続を期待できると考えられる。Dグループの学生は、どこの単元から躓いているのかを明確にすれば初歩的な内容から勉強に取り組ませることができると考えられる。Bグループの学生には、まず認識のズレを修正する必要があると考えられる。

Bグループの学生は、何を基準に「克服した(満足した)」と感じているのかを調べてみた。単元ごとのA~Dグループの割合を図4に示す。その中で、小テストの平均点が最も低く、かつBグループの学生が最も多かった三角関数の“方程式・不等式”の単元について注目した。“方程式・不等式”の講義に出席した人数は94名であり、そのうちBグループの学生は47名である。「主観的克服度」の調査では、項目選択の理由を併記させているので、学生は何らかの根拠をもって実力を判定している。それら理由をまとめると以下のように分類できた。

- ①不等式について少し理解できた (45%)
- ②学習する前より理解できるようになった (18%)
- ③まだ分からない部分がある (23%)
- ④公式を覚えていない (5%)
- ⑤その他 (9%)

①あるいは②のような理由を挙げた約6割の学生は、“理解できた”と記述していることから、正答にかかわらず解けない問題に対して答えを導き出せば「主観的」にも「克服」できていると考えているようである。もう少し具体的にみるため、聞き取り調査やチェックしたノートの状況からも検討した。多くの学生は、TAの解説や黒板での解説を聞いて「理解できた」と認識している場合が多いことがわかった。その場合には、実際に自分自身で考え、悩んで正答にたどり着いているわけではないので、知識が十分に定着しない。さらに、「理解できた」と誤認しているので、教員やTAに質問することもなくなり、理解が不十分のまま試験に臨むことになってしまい、点数が取れないと考えられる。

したがって、知識の定着を行なうには学生一人一人が誤って認識している実力と実際の実力とのズレがあることを明確に示す必要がある。この認識のズレが、学生が学習していくうえで妨げとなっており、この認識のズレを修正することが学習改善のひとつの方法であり、課題であると考えている。

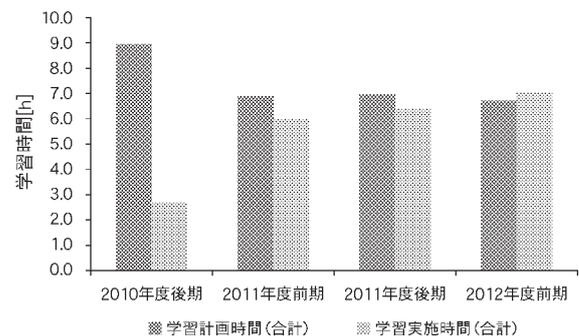


図1 学習計画時間と学習時間の変化

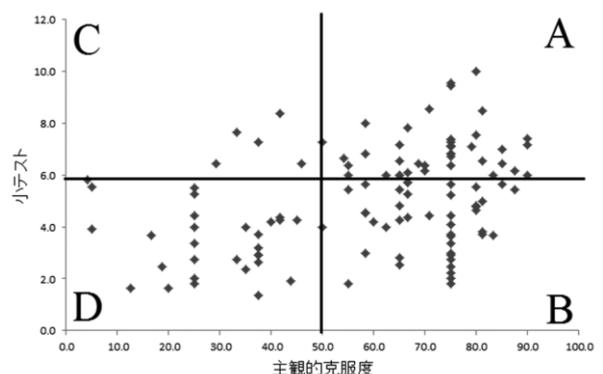


図2 小テストの結果と主観的克服度 1 (12)

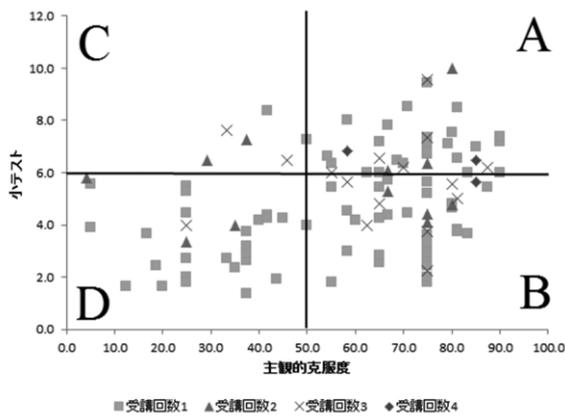


図3 小テストの結果と主観的克服度 2

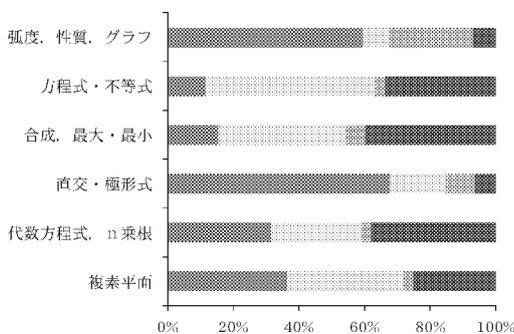


図4 単元別におけるグループの割合⁽¹²⁾

5. まとめ

電気工学科で開講されてきた数学基礎演習Aの内容を学生に理解させるために取り組んできた改善について報告した。継続して実施してきた学習自己点検を分析し、学生が学習していく上で妨げとなっている要因として自身の実力についての認識のズレがあることがわかった。

学習習慣のほとんどない学生の学習計画は、自分の実力を把握できておらず、実現不可能なものであることが多かった。しかし、時間の経過とともに自分に合った実現可能な計画を立てることができ、学習時間が増える傾向にあることがわかった。したがって、学生は少しずつではあるが学習習慣を身につけていると思われる。これは、学習自己点検の継続により、学習についての「振り返り」や「気づき」を繰り返したことによる成果であると考えている。一方で、学生が認識している実力と実際の実力とのズレは、知識の定着を妨げる原因のひとつとなっている。

認識のズレを修正するためには、基礎的な知識から地道に身につける必要がある。そのためには、単に知識の不足を指摘するだけでは不十分であり、例えば演習問題に含まれている要素を詳細に分解し、答案から苦手な分野を呈示

し、的を絞った学習を促すような指導が必要であろう。その際、分野ごとの学生の実力に対する認識のズレを数値化するシステムを構築し、苦手分野克服のために利用したいと考えている。

6. 謝辞

本研究の一部は、「平成21年度福岡工業大学総合研究機構情報科学研究所」および「福岡工業大学平成23年度および24年度教育研究改善事業」の補助を受けて行なわれました。ここに感謝の意を表します。また、数学基礎科目にてご協力いただいた、池田和生先生、梶原寿了先生、工藤孝一先生、そしてTAの皆様に感謝します。

参考文献

- 1) 日本リメディアル教育学会：<http://www.jade-web.org/>
- 2) 文部科学省 制度・教育部会 学士課程教育の在り方に関する小委員会（第6回）議事録：資料8-1, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/018/gijiroku/08022508/002/004.htm
- 3) 高原健爾, 高橋琢理, 中野美香, 池田和生, 若松秀俊：福岡工業大学電気工学科における基礎数学科目での学習自己点検の実施, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-09-12 (2009)
- 4) 高橋琢理, 高原健爾, 中野美香, 池田和生, 若松秀俊：福岡工業大学電気工学科における基礎数学科目での学習自己点検の実施(2), 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-10-003 (2010)
- 5) 高橋琢理, 高原健爾, 足立孝仁, 池田和生, 若松秀俊：数学基礎科目の補習での学生の自己達成度の高まりと学習習慣の形成, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-11-005 (2011)
- 6) 足立孝仁, 高原健爾, 池田和生, 高橋琢理, 若松秀俊：数学基礎科目の補習での自己点検に基づくTAによる指導補助, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-11-004 (2011)
- 7) 高橋琢理, 高原健爾, 池田和生, 若松秀俊：基礎数学科目での学習自己点検の実施による学習傾向の把握と学習習慣の形成, 電気学会論文誌A (基礎・材料・共通部門), Vol.131 No.8 pp.622-627
- 8) 高橋琢理, 高原健爾, 足立孝仁, 池田和生, 若松秀俊：TA導入による数学基礎科目での習熟度改善, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-11-020 (2011)
- 9) 足立孝仁, 中島充博, 高原健爾, 池田和生, 梶原寿了, 高橋琢理, 若松秀俊：数学基礎科目での学習自己点検に基づくTAによる指導の効果, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-12-002 (2012)

- 10) 高橋琢理, 高原健爾, 足立孝仁, 池田和生, 若松秀俊：
数学基礎科目における自己点検による学習状況提示システム, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-12-004 (2012)
- 11) 中島充博, 高原健爾, 足立孝仁, 池田和生, 梶原寿了, 高橋琢理, 若松秀俊：数学基礎科目の補習における学生の学習意識の変化, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-12-003 (2012)
- 12) 足立孝仁, 高原健爾, 池田和生, 高橋琢理：基礎数学についての学生の主観的克服度と小テストの結果の関連性, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-12-028 (2012)
- 13) 小田部貴子, 高原健爾, 工藤孝一, 足立孝仁：電気回路IIの中間試験の振り返りアンケートに見る学生の勉強に対する意識, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-12-029 (2012)
- 14) 前川孝司, 高原健爾, 池田和生：数学基礎科目の補習における先輩の役割, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-10-008 (2010)