

授業期間開始前の宿題とその効果

井上 友喜

愛媛大学大学院 理工学研究科 (工学系)

Homework before starting a course of lectures and its effect

Tomoki INOUE

(Graduate school of Science and Engineering, Ehime University)

1 はじめに

大学の授業の改善については、愛媛大学においても、いろいろな取り組みがなされている。また、「初級微積分」などの「リメディアル教育」(庭崎 2008)、新入生がスムーズに大学の講義を理解できるようにするための「入学前教育」(井上 2009)も行われている。しかし、1年次後学期以後の学期の授業担当教員が、その授業に的を絞った学期開始前の春休みや夏休みの学習課題を提供することは、あまり行われていないように思われる。

予備知識をほとんど必要としない科目なら、新学期開始前に課題は必要ないであろう。しかし、順に学習を積み重ねていく必要があるような学問分野では、高等学校までに学習しているはずの事項や既に履修した科目で学習済みであるはずの事項をきちんと復習しておいてもらうことは大変重要である。講義の中で既に学習済みであるはずのことまで復習していると、新しく学ぶ内容に対して十分な時間をとれなくなり、講義のレベルが低下してしまう。このようなことは可能な限り回避しなければならない。そこで、既習事項について、新学期開始前に少しでも復習しておいてもらう目的で、筆者が担当している工学部電気電子工学科2年次を対象とした授業では、新学期開始前の学習課題を提供し、問題の解答のレポートを提出させている。

本稿では、この取り組みについて紹介し、その効果を述べる。

2 授業期間開始前の宿題の概要

工学部電気電子工学科2年次前学期を対象とした筆者の担当科目は、微分方程式¹⁾と関数論²⁾である。いずれの科目でも、授業期間開始前の課題の小冊子³⁾を配付してい

る。小冊子の作成にあたっての基本的な方針に科目による違いはないので、ここでは、微分方程式の方についてのみ、授業期間開始前から配付している課題の小冊子の概要を述べ、関数論の方については省略することにする。

この小冊子は、「微分方程式受講のための基礎学力の確認・養成のために」と題するもので、冒頭に「微分方程式を受講する前に、受講に必要な数学の基礎学力を備えているかを確認するとともに、基礎学力養成のための指針を与える」と目的を明示している。ただ単に解いてもらう問題を掲載するだけではなく、各設問の後に、「今後の学習のために」という欄を設け、出題意図、これから学習する微分方程式との関連や理解しておくべき事項、注意事項などを掲載している。このようなことを掲載していることから、この小冊子は、授業開始後も活用できるような内容になっており、小冊子の序文の最後に「授業開始後も必要に応じてこの小冊子を活用」するように指示している。

また、小冊子の最初のページに「問題の解答(途中の計算経過がある場合はそれを含む)」のレポートを「第1回の授業の直前に提出」するように指示した上で、「提出を目的にするのではなく、基礎学力を身につけることを目的として解答を作成することが重要」と注記を書いている。この注記は、小冊子に対するレポートが成績評価に占めるウエートは極めて低いが、しっかり学習した人は授業開始後のレポートや試験でよい結果が得られるはずであるという考えに基づいている。なお、この小冊子に対するレポートそのものが、最終の成績評価に占める割合は1%以下である。しかし、後述するように、きちんとしたレポートを提出した受講者は、そうでない者と比べて、圧倒的に合格率が高く成績も優れている。

数学にかかわりのない読者には、興味がわかないかもしれないが、小冊子の雰囲気がわかるように、各問題の表題

とどのような問題を入れているか、なぜそのような問題を入れているかなどについて数式を用いずに紹介しておこう。

1. 基礎的な計算

小中学校レベルの計算を誤ったため、正しい結論に到達できない事例が授業開始後のレポートや試験の答案において見られるため、確認の意味で実際に微分方程式を解くときに必要になるような分数の計算や指数の計算などをしてもらっている。最初にこのような易しい問題を配置するのには、全く課題に手を付けないということを防止するねらいもある。

2. 方程式

微分がつかない普通の方程式である。初期条件を満たす微分方程式の解を求めるのに必要なものや、定数係数の2階線形微分方程式を解くときに必要な2次方程式からなる。過去に、2次方程式の解が複素数になるときに、「解なし」としてしまう学生がいたため、「今後の学習のために」において、定数係数の2階線形微分方程式を解くときには、2次方程式を複素数の範囲で解く必要があることを強調している。

3. 三角関数

三角関数の主な値を確認する問題で、初期条件を設定されたときなどのミス防止のために出題している。

4. 対数

対数の基本的性質などを確認する。対数に関する誤った計算がよくあり、それを防ぐために出題している。

5. 式の変形

微分方程式を解くときに、積分の計算をした後、式の変形を正しくできず、よく整理された形の最終結論を導き出せない学生がいるため出題している。

ここまでは、微積分以前の内容で、高等学校2年生くらいまでに修得しているはずの内容である。

6. 微分の計算

2階定数係数線形微分方程式を未定係数法で解くときに必要な程度の微分の計算、微分方程式の初期値問題を解くときに必要な程度の微分の計算問題である。これは、高等学校の数学Ⅲで学習する程度の1階微分、2階微分の計算である。

7. 不定積分の計算

微分方程式を解く場合には、特別な解法がなければ、積分の計算が必要になる。微分方程式の成績が「不可」となる原因として、積分の計算を間違ったことによるものの占める割合はかなり大きい。そのため、他の問題よりも多くのページを割いている。採り上げている問題は基本的なものであるが、高等学校の学習指導要領に記載されている範囲外のもので、1回生のときに学習しているはずのものも含めている。

8. 複素数とオイラー公式

受講対象が電気電子工学科の学生であり、電気電子工学科の学生にとって複素数やオイラー公式は大変重要である。そのため、微分方程式を解くときにも、複素数やオイラー公式を積極的に利用することにしている。ここで採り上げているのは、微分方程式を解くときに使う程度の複素数とオイラー公式の練習問題である。なお、電気電子工学科の学生は、オイラー公式を、1回生で開講されている微積分Ⅰ、電気電子数学Ⅰといった科目で学習済みである。

9. 指数関数のマクローリン展開

連立微分方程式を学習するときに重要な行列の指数関数は、1回生の前学期に微積分Ⅰで学習する指数関数のマクローリン展開を知らないと理解困難である。そのため、1回生の前学期に学習している内容を確認あるいは、思い出してもらうための問題となっている。

10. 行列の対角化

これも連立微分方程式を学ぶ上では重要で、1回生の線形代数で学習しているはずの行列の固有値、固有ベクトル、対角化に関する練習問題である。

以上が「微分方程式受講のための基礎学力の確認・養成のために」と題する小冊子の概要である。授業開始後のレポートや試験の答案を見ていると、講義した内容以前のところの知識・理解が十分ではないことに起因すると思われるいろいろな誤りが見受けられるため、毎年少しずつ加筆、改良している。

3 受講予定者への周知

受講予定者に授業期間開始前の課題の存在をどのようにして周知しているのかという疑問があるかもしれないので、ここに筆者がとっている方法を記しておく。

まず、前の学期の授業の試験が終わるより少し前に、課題の小冊子を受け取り学習するように指示する内容の掲示をしている。この掲示には、配付場所などの基本情報の他、以下の指示と注記が含まれている。

- 小冊子を活用し、新年度の授業開始前に十分な基礎学力を身につけておくこと
- 新年度の第1回の授業のときに、小冊子で指示されているレポートを提出すること
- 基礎学力が不足した状態では単位取得は困難である

昔なら、これだけで十分であっただろう。しかし、掲示を見ない学生がいることが考えられる上、小冊子を受領していてもそのまま何もせずに放置している場合もあり得る。そこで、受講登録が始まったら、修学支援システム⁴⁾を通じて、小冊子を受領していない場合は受領するようという指示に加えて、「基礎学力が不足していることが原因で単位を落とす人が例年見受けられます。この小冊子に

記載されている小・中・高等学校から1回生までに学習済みのことをきちんと復習し、そのようなことにならないようにしてください。」と書いたメッセージを受講登録者に流している。

また、シラバスも活用している。現在の愛媛大学のシラバスには、「授業時間外学習にかかわる情報」という欄と「受講条件」という欄があるが、この2か所に重ねて、このような課題の小冊子があることを明示し、基礎学力をつけておくように指示している。なお、新年度のシラバスが公開される以前であっても、熱心な学生は一つ上の学年のところも読んでおられるようで、「小冊子の配付はいつからですか」と尋ねられたこともある。

以上のように、何重にも、授業期間開始前の課題の小冊子の存在を知らせ、基礎学力を養成しておくように指示している。

4 授業期間開始前の宿題の効果

この授業期間開始前の宿題の小冊子の効果について述べる。実験なら、変更箇所は一か所にとどめて、その効果を調べるのが普通と思われるが、受講者を被験者として扱うのは適切ではない。そのため受講者にとって有益と思われる変更はいくつも行うことにしているので、宿題の小冊子の提供後に成績が向上していても、学期開始前の宿題だけの効果であると断言することはできない。加えて、小冊子を配付していなかった年度と小冊子を配付した年度とを比較し、合格率や成績分布を具体的な数値を挙げて詳細に示すことは、特定の集団の成績を公表することになり、あまり好ましくないとと思われる。そこで、ある年度の課題の小冊子に対するレポートの提出状況と最終的な可否との関連を述べた上で、課題の小冊子の受領と学習の有無、有効性に関するアンケート調査の結果、筆者が実感した受講学生の変化、学生から聞き出したことなどを述べ、課題の有効性を検証することにする。

まず、ある年度の2年次の微分方程式の学期開始前の課題の小冊子のレポート提出状況を述べる。この年度を受講登録者は84人であり、レポート未提出者は3人、提出者の内、その内容が不十分と思われる（8割程度以下しか解答を書いていない）者が9人であった。これらのレポート未提出またはその内容が不十分な問題のある学生12人の内、この科目の合格者は4人で、問題のある学生の合格率は1/3に過ぎない。また、この合格した4人の成績は1人を除いて「可」であった。この科目の評価は、試験に9割のウエートを置いているが、授業期間開始前の課題にきちんと取り組んでいない学生は、試験で高得点をとれることはほとんどない。このことから、授業期間開始前の課題への取り組みが不十分であった学生は、成績が低迷することが多いことがわかる。一方、ある程度まとめた内容のレポー

トを提出した学生72人については、合格率は約9割、成績が優または秀（評点が80点以上）である割合は6割であった。このことから、授業期間開始前の課題にきちんと取り組んだ学生は、優秀な成績で合格する道の第一歩を歩み出していることがわかる。詳細は省略するが、この学年のもう一つの担当科目でも、数値は異なるが同様の結論が得られている。

しかし、このような結果だけでは、きちんとしたレポートを提出するような学習意欲のある学生の成績がよいのは当然であり、宿題の小冊子が有効であったかどうかはわからないという疑念が生ずる。そこで、受講者に授業期間開始前の課題の小冊子の有効性などを尋ねたアンケート結果を紹介しておこう。

アンケートは無記名で、両科目とも先ほどのレポート提出状況のと同じ年度の前学期最終試験終了直後に行った。両科目の間でアンケート結果に大きな差は見られなかったので微分方程式のアンケート結果のみを示す。

言うまでもなく、小冊子「微分方程式受講のための基礎学力の確認・養成のために」が効能を発揮するためには、小冊子を受け取り学習してもらう必要がある。そこで、小冊子の受領の有無と学習の有無を尋ねた。その結果は表1の通りである。小冊子を受け取っていないと回答したのは1人だけであり、先に述べた方法により、小冊子の存在を十分に周知できたといえる。また、このクラスの受講登録者は84人であることから、受講登録者数の8割を超える学生は、小冊子により何らかのことを学習したと認識していることになる。なお、課題の小冊子を受け取ったが全く学習していない者と受け取っていない者が計10人いるが、この小冊子に対するレポート未提出者は先にも述べたように3人だけであり、この点には疑問が残る。アンケートに回答してくれた学生が正直で、いい加減な回答をしていないとすれば、レポートを提出したが自分ではあまり解いていない場合、全く学習していないと回答しているのではないかと思われる。このように判断する根拠の一つとして、「少しでも学習した」と回答している以外の学生は、アンケートに回答しなかった学生も含めて12人であり、この人数は先に述べたレポート未提出またはその内容が不十分な問題のある学生の人数12人に一致していることを挙げておく。アンケートは無記名であるため、このそれぞれの12人が完全に重なっていると断言することはできないが、かなり大きな重なりがあるのではないかと思われる。

表1 課題の小冊子受領と学習の有無

受け取って少しでも学習した	72人
受け取ったが全く学習していない	9人
受け取っていない	1人
回答なし	2人

表2 課題の小冊子の有効性

小冊子は大いに役に立った	12人
小冊子はある程度役に立った	48人
小冊子は少しだけ役に立った	11人
小冊子は全く役に立たなかった	1人

表2は、「少しでも学習した」と自覚のある学生に対して、表にあるような選択肢を設けて課題の小冊子の有効性を答えてもらった結果である。学生の主観によるところが大きい、「大いに役に立った」とする学生数と「ある程度役に立った」とする学生数とを合わせると60人で、これは課題の小冊子を少しでも学習した学生の83%であり、受講登録者の72%に相当する。このことから、授業期間開始前の課題は多くの受講者の役に立ったことがわかる。ただし、このアンケート調査は最終試験終了直後に行っていることから、「役に立った」というのは授業期間開始前の学習に対するものだけではなく、授業開始後に小冊子を活用したことに対するものも含まれていると解釈する必要がある。実際、第2節においても述べた通り、授業開始後も必要に応じて小冊子を活用するように、小冊子の序文において指示しており、また、授業開始後に配付している課題のプリントのいくつかにおいても、そのような指示を行っている。もちろん、授業中に口頭でもそのことを指示している。なお、少しだけ役に立ったと回答している学生は、次の二つに大別できると思われる。一つは、小冊子に対するレポートは提出したが、必ずしも十分には学習しなかったもので少ししか役に立たなかったケースであり、もう一つは、優秀であるため、ほとんどの部分は復習するまでもなかったケースである。後者に該当する受講者には申し訳ないが、すべての受講者を大いに満足させることは困難であろうと思われる。前者のケースについては、学習意欲が増すような何らかの方策が必要なように思われる。このケースに該当する学生と課題の小冊子を学習しなかった学生の学習意欲が増せば、課題の小冊子は役に立ったとする学生は受講登録者の8割を超えるものと期待できる。

次に、授業をして実感できる学生の変化やアンケートの自由記述欄などから見えてくることを挙げておこう。以前は講義終了後に、履修済みの科目で学習済みのことを忘れてしまっていることが原因と思われる質問があった。しかし、現在ではこのような類の質問は極めてまれである。質問をするような意欲的な学生にとっては、新学期開始前の宿題は、忘れかけていたことを復習できて、有意義であったものと思われる。実際、前出のアンケートの自由記述欄に、宿題の小冊子の良かった点として、「忘れてしまっていたことが多かったのでちょうどよかった」といった感想を書いている学生がいる。十分な基礎学力を身につけていれば、授業では新しく学ぶ内容に集中でき、よりわかりやすい授業、成績の向上にも結び付くものと思われる。

最後に、先にも述べた授業開始後の小冊子の活用について述べておこう。過去に卒業研究で筆者の研究室に配属されたある学生に、本稿で紹介している宿題の小冊子の授業開始後の活用について尋ねたところ、自分自身は授業期間開始前だけで十分であったので授業開始後には使わなかったが、授業開始後にも活用していた友達があり、「すごく活用している人もいました」と教えてくれた。授業開始後にも小冊子をよく活用している事例は確かに存在しており、授業期間開始前の課題は単なる問題集であるよりも、授業開始後にも活用できるような情報がたくさん詰まったものにしておくことは、教育効果を高める上で重要であると思われる。

以上に述べたことから、受講に必要な基礎学力を養成する目的で、授業開始後にも役に立つような課題の小冊子を授業期間開始前に提供することは、多くの受講者にとって有益であるといえる。また、授業期間開始前の学習に加えて、受講者が授業開始後にも積極的に課題の小冊子を活用してくれれば、教育効果はより高まるものと期待できる。

5 結 び

学習を積み重ねていく必要があるような学問分野において、必修科目やそれに準ずる科目で受講予定者が前の学期からある程度確定している場合、既習事項を復習させるための適切な課題を前もって受講予定者に提供することは、講義のレベル低下を回避するために有効であるだけでなく、多くの受講学生の役に立ち、わかりやすい授業、成績の向上に結びつくものと思われる。また、その課題を単なる問題集ではなく、授業開始後にも活用できるものとしておくと、より高い教育効果が期待できる。

本稿が大学教育の改善に寄与できれば幸いである。

謝 辞

アンケートに協力してくれた受講学生の皆さんに感謝の意を表したい。また、アンケートの集計作業を手伝って頂いた工学部数学事務の中山里美さんに感謝の意を表したい。加えて、本稿を査読してくださり、本稿の意義を高めるために大変有益なご助言を頂いた査読者の方に感謝の意を表したい。

注

- 1) 必修科目である。再履修者用を別クラスで開講している。小冊子は再履修者にも配付しているが、4節のアンケート調査は2年次の学生のクラスのみを対象として実施した。
- 2) 選択科目であるが、平成24年度に関しては2年次の在籍者に関しては全員が履修登録をした。なお、再履修者を別クラスにはしていない。

- 3) 2012年度版は、微分方程式の方は12頁、関数論の方は10頁からなる。(現物をご覧になりたい場合は、筆者に e-mail でご請求ください。アドレスは、inoue.tomoki.mz の後に、@ehime-u.ac.jp です。その時点での最新版をお送りします。)
- 4) 愛媛大学の学生が受講登録を行ったり、成績を確認したり、教員と学生の間で連絡したりするときなどに使用されているシステムである。

文献

- 井上敏憲 (2009), 「愛媛大学における入学前教育の現状と方向性」, 『大学教育実践ジャーナル』 7, 1-7
- 庭崎 隆 (2008), 「数学リメディアル教育の実施報告」, 『大学教育実践ジャーナル』 6, 7-18