小試験と組み合わせたミニットペーパーによる相乗効果

Synergism Effect of Minute Paper Implemented with Quiz

長尾 桂子^{※1}
Keiko NAGAO

Minute paper is one of reflection techniques carried out at the end of a day's lesson. We implement it with quiz in mathematics class to promote fixing the knowledge and ability to solve mathematical problems. In every lesson, students take a quiz referring minute paper they wrote in previous lesson. We throw up the method is helpful for student to reflect what they learned in last lesson. Also we categorize contents of minute paper, and study its impact to student achievement. Analysis of the contents and student performance in examination is useful to give appropriate support to students.

Keywords : Engineering Education, Minute Paper, Quiz, Study Support, Mathematics

キーワード：工学教育，ミニットペーパー，小試験，学習支援，数学

1. はじめに

ミニットペーパー¹⁾は、講義終了時に授業のポイントや疑問点、感想等を学生に記入させ、必要に応じて教員が回収してチェックする授業手法である。大学・高専における一般的な講義時間が90分と長時間にわたることを考慮すると、講義終了時に学習内容を振り返ることは、学生にとっては絶好の復習の機会となる。また、学生が理解しづらい部分を教員が把握してフォローすることができるため、教育改善の一環としても使用されている。学生からの感想や疑問に教員が回答を記入し、シャトルカードとして利用する場合もある。本稿では、ミニットペーパーを講義の復習手法として利用することを前提に議論する。

知識の定着のためには、忘却を防ぐため学習後数回にわたって復習機会を設けることがよいとされている。しかしながら、数学や物理などの数物系科目においては、知識の定着と同時に問題演習を十分に行うことが必要である。筆者は知識・演習双方に対する定着効果を強化することを目的として、講義終了時のミニットペーパーに加え、それをを用いた小試験によって復習の機会を増やす試みを行った。本稿では、新居浜工業高等専門学校において行った数学B-1、数学A-2の講義における取り組みの実施内容について述べ、その成果を分析する。第2章では取り組みの概略とその成果について、第3章ではミニットペーパーの記載内容と成績の相関関係について述べ、それをを用いた学習支援について考察を行う。第4章を本稿のまとめとする。

2. ミニットペーパーと組み合わせた小試験の試み

2.1 取り組みの概要

工学教育の基礎となる数物科目においては、公式を記

図1 講義終了時に作成するミニットペーパー (MP) と、次の授業における小試験の概略

憶することだけでなく、問題演習でそれらを適切に選択して使う能力が必要となる。ミニットペーパーだけでは講義内容の知識の定着を図ることはできても、演習で適切に知識を使うという点まではフォローできない。筆者はこの問題への対策として、ミニットペーパーに加えて、小試験で更なる知識の定着と演習の機会を設ける方法を試みた。

本講義では、ミニットペーパーが小試験用紙を兼ねており、また講義のたびに追加して記入できる用紙を用いた。講義の流れは、以下のとおりである。授業終了時に、講義の内容についてミニットペーパーにまとめ、教員が回収する。ミニットペーパーに記入する内容は、基本的に学生の自由であり、教員は指定しないものとした。そのため、学生は自分で講義の要点を振り返り、まとめることが求められる。教員は講義後にミニットペーパーを確認し、誤った記載があれば訂正、疑問には解説を記入する。次回の講義の最初にミニットペーパーを返却し、学生は板書された小試験問題を解く。ミニットペーパーが小試験用紙を兼ねているため、学生は前回自分がまとめた内容を参照しながら問題を解いても構わない。小試

2017年7月1日受付

※1 新居浜工業高等専門学校

験後に講義を行い、講義終了時にミニットペーパーに当日の講義のまとめを行う。このように、毎回の講義において、講義開始時に小試験、終了時にミニットペーパーに取り組む（図1）。

この流れでは、学生は小試験のために公式や重要事項を完全に覚えておく必要がない。小試験は知識量そのものを図るというより、演習において知識を適切に使う力を図るために用いる。また、ミニットペーパーでまとめた内容を小試験で参照することを許可することによって、学生はより真剣にミニットペーパーに取り組むと期待できる。ミニットペーパーだけを使った講義ではまとめた内容が成績と関連しないため、学生の中には積極的に取り組もうとせず復習効果がみられない者もある。本手法では小試験においてミニットペーパーを参照できるため、学生はより真剣に講義の内容を思い出して復習すると期待できる。

本取り組みを実施した講義の形態は、以下のとおりである。1クラス41人～43人の学生を単位として、数学A-2の講義は週に2回、高専2年生の2クラスを対象に行った。また、数学B-2の講義は週に1回、高専1年生の2クラスを対象に行った。いずれも通年の講義であり、1年を通してミニットペーパーと小試験の取り組みを続けた。

2.2 取り組みの成果

本講義のミニットペーパーと小試験について、学生166名に対して行ったアンケートの結果を図2に示す。横軸は、①ミニットペーパーがどのような目的で役立っているかという問いに対する回答である。ミニットペーパーが「当日の授業の復習に役立っている」と回答した学生の割合が全体の55%おり、半数を超えた。一方、

図2 学生のアンケートによるミニットペーパーの活用目的とその内訳

「当日の復習とは思わないが、小試験中には前回の講義終了時にまとめたミニットペーパーを参照する」と回答した学生が全体の33%いた。このような学生は復習に対する意識には欠けるものの、小試験を通した復習は活かされていると考えられる。以上から、学生の主観ではあるが、ミニットペーパーと小試験の組み合わせが90%近くの学生にとってよい復習の機会になっていることが伺える。

また図2には、②ミニットペーパーをどのように解いているかという問いに対する回答を、①の回答ごとに示している。①でミニットペーパーを特に活用していないと回答した学生の中にも、ミニットペーパーを参照しながら小試験に臨んでいる学生が3割程度はおり、学生自身は意識しないまでも小試験が前回の講義の復習となっていることが伺える。また、①でミニットペーパーを当日の復習と捉えている学生は、それ以外の学生に比べ、小試験に備えて自発的に復習を行っている割合が目立って多い。このような学生は、1回の講義につきミニットペーパー・自宅学習・小試験の3回の復習を行っていることになり、望ましいといえる。後述するとおり、この回答をした学生はほぼ全員が成績上位層であることから、自宅学習で更に復習の回数を増やすことが重要であることが伺える。一方、①小試験において参照する目的でミニットペーパーを作成していると回答した学生には、小試験に備えて十分な復習を行っている者は少ない。そのほか課題として、①でミニットペーパーを活用していないと回答した学生のうち、実際に②でミニットペーパーを参照してもあまり小試験の問題が解けないと答えた学生については、復習の方法や自宅学習に関する更なるケアが求められることも読み取れる。

表1に、学生アンケートの自由記述欄において、ミニットペーパーおよび小試験に関して挙げた意見の一部を示す。自由記述欄で本手法に関して挙げた意見の全てが肯定的なものであり、否定的な意見は見られなかった。このことから、学生は本手法が復習に効果的だと考えていることが読み取れる。

3. ミニットペーパーの記載内容による分類と学習支援

本講義では、ミニットペーパーへの記載内容には制限がなく、学生が自由に記載して構わないこととした。そのため学生による記載内容は、重要な公式や定理、それらの詳細な説明、講義中の演習で間違えた点、講義の感

表1 アンケートによる学生の意見

ミニットペーパーの時間は復習になってよい
小試験は前回の授業の復習ができるので、これからも続けてほしい
ミニットペーパーや小試験はまとめや復習になってちょうどよい
ミニットペーパーで授業の内容の復習になり、小試験で自分が本当に理解できているかの確認ができるので、この2つはこれからもあってほしい

想や疑問点等多岐にわたった。本節では、これらの記載内容と学生の成績の相関関係について述べる。

学生によるミニットペーパーの記載内容を、(a)重要な公式のみ、(b)重要な公式とその名前、条件や説明、(c)更にそれ以外に細かい注意点、の3種類に分類した。(b)では重要な公式について成り立つ条件や適用できる場合について注釈が加えてあるもの、(c)では要点とは無関係な、講義中に述べた注意点や、演習中につまずいたポイントなどが書き加えてあるものを分類した。具体的な例を表2に示す。(a)から(b)、(c)の順に記述が詳細になると考えられるため、(a)1点、(b)3点、(c)5点として点数化した。また、講義の感想などが(a)～(c)に加えて記入してあれば、そのたびに1点を加算した。ここから、各学生に対して講義1回あたりの平均点を求めたものをミニットペーパーの詳細さの指標とし、以下ではミニットペーパーの詳細点と呼ぶことにする。

詳細度と小試験の平均点に関する分布を図3に示す。本結果は、第2章においてミニットペーパーと小試験の取り組みを行った学生のうち、数学A-2の科目を受講した81名に関する分布である。詳細度の平均は2.38であり、ほとんどの学生の記載が要点の公式のみか、その条件や

表2 ミニットペーパーの詳細度の分類例

ミニットペーパーの記入例	分類	詳細点
$\int x^n dx = \frac{1}{n+1} x^{n+1} + C$	(a)	1点
$\int x^n dx = \frac{1}{n+1} x^{n+1} + C$ (Cは積分定数 忘れずに書く) ($n \neq -1$ の時のみ使える)	(b)	3点
$\int x^n dx = \frac{1}{n+1} x^{n+1} + C$ (Cは必ず書く、 $n \neq -1$) 「 $\int$ 」はインテグラルと読む 掛け算の時は右上を足し算してから積分する。 例： $x^2 x^3 = x^{2+3} = x^5$	(c)	5点

図3 ミニットペーパー(MP)の詳細度と小試験平均点の相関。凡例は、図2の解答による学生の分類に対応

説明に留まっていることがわかる。ミニットペーパーの詳細度と小試験の平均点の相関係数は0.24であり、弱い正の相関があるといえる。このことから、ミニットペーパーを詳しく作成することは小試験の成績を上げる効果がある、または、ミニットペーパーを詳しく作成するような日常的な努力を怠らない学生は小試験でも高い成績をとる傾向にある、という関係が弱いながらも伺える。

また、定期試験の成績との相関を調べるため、1年間の定期試験における順位変化、1年間の定期試験における平均順位と、詳細度の相関を求めた。これらを図4、5にそれぞれ示す。順位変化は前期の順位から後期の順位を差し引いた値であり、値が正であれば前期に比べて後期の順位が上昇、負であれば下降したことを意味する。詳細度と定期試験の順位変化の相関係数は0.11、詳細度と平均順位の相関係数は-0.11であり、記入内容の詳細度は、成績やその上昇にはほぼ関係がないといえることがわかった。

素朴に考えれば、ミニットペーパーに詳細な記述を行った学生は、他の学生よりも積極的に学習に取り組んでいるはずだと考えられる。しかし実際は、簡単な記述に留まった学生と比べて、定期試験における成績は目立ってよいとは言えなかった。筆者は図5を4つの領域に分けて学生を分類することによって、この原因を説明でき

図4 ミニットペーパーの詳細度と定期試験の順位変化。縦軸は、(前期の順位)-(後期の順位)を示す。凡例は図3と共通

図5 ミニットペーパーの詳細度と1年間の定期試験の平均順位。凡例は図3と共通

と考える。4つの領域は図5に示される太線で分割されており、以下領域(I)～(IV)とする。(I)記述が詳細で成績も上位の集団、(II)記述が簡素で成績が上位の集団、(III)記述が簡素で成績が下位の集団、(IV)記述が詳細で成績が下位の集団、とグラフの領域によって学生を分類する。このうち(I)の学生は詳細に、(II)の学生は必要最低限という違いはあるものの、ミニットペーパーによる振り返りを効果的に利用できているものと考えられる。一方で、(III)の学生は、ミニットペーパーに書くことが望ましい要点を掴めていなかったり、詳細に書く意欲を失っていたりという問題を抱えており、それが成績に反映されている集団であると推測される。この傾向は、グラフの外側に存在する学生ほど顕著であろう。(III)の学生に対しては、面談等によってどのような点で躓いているのかを個別に明らかにすることによって、適切な対策をたてることができるだろう。最後に(IV)の領域に分類される学生は、学習意欲があり、講義の要点や気をつけるべき注意点を把握できるほど理解力があるにも関わらず、それが成績に結びついていないと分析できる。ミニットペーパーは短時間での記載ながら、日常的なノートの使い方を反映していると考えられる。ミニットペーパーの記述が詳細であることから、(IV)の学生は、講義や自宅学習においてもノートを丁寧に書く癖がついている可能性が高く、一方で問題演習が不足しているために試験での得点が伸び悩んでいる一面があると推測される。図5において、小試験に備えて自宅で学習していると回答した学生はほぼ(I)と(II)の領域に入っており、このことから自宅学習で演習に慣れることが重要であることが確認できる。従って(IV)の学生は、ミニットペーパーのまとめに頼りすぎることがないように注意し、自宅学習での演習を増やすことによって成績の上昇が見込めると期待できる。以上のように、学生に支援が必要かどうか、必要である場合はどのような助言を行うのが適切かということを、ミニットペーパーによる分類を利用して判断できるであろう。

4. まとめ

数物系科目では、講義内容への理解とともに、問題演習が重要である。そこで、知識の定着と演習への慣れの双方を強化する目的で、小試験と組み合わせたミニットペーパーを講義に取り入れた。具体的には、前回の講義で作成したミニットペーパーを参照できる小試験を毎回の講義で行い、ミニットペーパーの内容を次の講義の小試験においても振り返ることができるようにした。その

結果得られた知見は、以下のとおりである。

- (1) ミニットペーパー自体が講義の復習になっていると考える学生は全体の55%であった。一方、ミニットペーパーは復習になっているとは考えないが、小試験ではミニットペーパーを参照して取り組んでいるという学生は33%いた。このことから、ミニットペーパー単独で実施するよりも、小試験を組み合わせることにより多くの学生が復習の機会を得ており、総合で90%近くの学生が復習できていると考えていることがわかった。また、学生からのアンケート評価でも、本手法は復習に効果的だという意見が多数得られた。
- (2) ミニットペーパーの記載内容と成績との相関関係について調べたところ、記載が詳細な傾向にある学生ほど、小試験ではよい成績であるという相関が弱いながらも見られた。一方で、定期試験との相関関係については、記述の詳細さと成績、あるいは成績の変化には相関はほぼ見られなかった。このことから、ミニットペーパーの記入内容に注力することは、成績の伸びに直接的には繋がらないと結論付けられる。
- (3) ミニットペーパーの記載の詳細さと成績によって学生を4つに分類し、特に成績が下位の学生に対しての学習支援に利用する方法を考察した。記載が簡素で成績が下位の学生に対しては個別指導が、記載が詳細で成績が下位の学生に対しては問題演習の徹底が望ましいと考えられる。

今後は、ミニットペーパーのデータを用いて学生への学習支援を具体的に実施し、その効果を図りたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) B.G. Davis, R. Wilson, L. Wood : 授業をどうする！
ーカリフォルニア大学バークレー校の授業改善のためのアイデア集, 東海大学出版会, 2002

著 者 紹 介

長尾 桂子

2010年 名古屋大学理学研究科素粒子宇宙物理学専攻
博士後期課程終了

2016年～現在 新居浜工業高等専門学校 講師

専門分野 理論物理学

所属学会 日本物理学会

連絡先 〒792-8580 愛媛県新居浜市八雲町7-1