

仮進級制度導入による学習意欲と理解度の評価：物理科目を中心として

坪田 雅功・伊藤 慎太郎

Assessment of learning motivation and understanding of physics through provisional promotion system
Masakatsu TSUBOTA・Shintaro ITO

Abstract

A provisional promotion system has been introduced, allowing students to be promoted even if they have incomplete courses. In physics subjects, students must apply the knowledge they have acquired. This may be due to a lack of understanding of the content. In this report, we compare the changes in confirmation test scores for students under the provisional promotion system with regular test scores in physics after grade promotion, and examine the educational effects and learning methods.

Keywords : Physics, Provisional promotion system, Learning method

はじめに

北九州工業高等専門学校のカリキュラムには、1, 2年生の一般科目として「物理AI・AII」, 「物理BI・BII」が必修科目として設定してある。主な内容は高等学校学習指導要領の理科に記載してある物理の内容であるが、2年生後期から5つの専門コースに分かれる本校では、どこのコースに進んでも専門科目への基礎として修得しておかなければならない知識としてカリキュラム・ツリーに含まれている。加えて物理だけではなく、高専の教育として社会に役立つ工学を学ぶためには、科学リテラシーを育て、自然観を養うことが重要である。しかし、普通高校の物理の開講時間や大学工学部の教養として開講されている基礎物理の時間数と比べて、3分の2から半分程度しか高専における物理教育の時間が確保出来ていないのが現状である^{1,2)}。

筆者らは授業時間の不足を補うため、WebClassを活用したオンデマンド教材による短答式の問題を用いた知識の定着や、論述式の問題による一般的理系知識の確認を、解答をアウトプットさせる方法によって行ってきた。他科目との学習時間の調整もある中で、双方の能力の向上が見込まれる学習計画として組み立てていたが、学習意欲があまりない学生にとっては取り組むことが困難であった³⁾。その結果として、巻末の解答を模写する、友人や先輩の解答を模写する、Web上で解答を探して模写する、といった方法が定着し、一定のパターン認識として問題を解答するため、高専の物理における学習効果がほとんど得られなかった^{4,6)}。補講などによる学習機会の提供も実施してきたが、課題に取り組まない学生や、出席しない学生に対してサポートが出来ていない。このような学生は、基礎的な知識を十分に理解できておらず、専門的な学習にもついていけない。

これまで必須科目を1単位でも合格出来なかった場合には原級留置となり進級できなかったが、令和4年度より1, 2年生を対象に緩和され、6単位以下の単位不足の場合は、仮進級によって次の学年へ上がれる制度が導入され、令和5年度より仮進級制度が開始した。2, 3年生へ仮進級した学生は、従来

のカリキュラムに加え、最大6科目の単位を習得するために、一層の勉学に励む時間の確保が必要になった。

そこで本稿では、仮進級による学習効果を追認試験と進級後の定期試験結果から検討した。対象学年は2年生であり、1学年時の未修得科目が追認試験対象科目となる。1学年時の必修科目である物理AIIの内容は、「力のつり合い」、「剛体にはたらく力」、「運動の法則」、「力学的エネルギー」、2学年時の必修科目である物理BIの内容は「運動量と力積」、「円運動」、「万有引力」、「熱とエネルギー」、物理BIIの内容は「単振動」、「気体分子の運動」、「波の性質」、「音」、「光」である。

実施内容と結果

12名の学生が追認試験対象であり、3月の春休み期間を利用して課題に取り組み、10名が追認試験を受験したが全員不合格という結果となった。2名は未受験であり、両名とも学習時間が不足しており合格する見込みが無いため試験を受けなかったと理由を挙げた。各試験時の得点を表1に示す。第1回の試験は、課題への取り組みと試験のみであったが、2回目以降は本科3年生から専攻科2年生までの成績優秀者をTAとする学習会への参加を補講として義務付けた。1回目の試験では合格者は0名であったが、2回目以降の試験では、1名、2名、3名と徐々に合格者が増える結果となった。1回目の試験では自学自習を主とする学習方法であったため、学習を不得手とする追認試験対象者にとって学習時間の確保や学習方法の確立が出来なかった可能性が考えられる。2回目以降の試験前にはTAと共同で学習を進めていくことで、徐々に学習成果が表れ、合格時の得点は以前の得点に比べて倍増する結果が得られた。図1に追認試験と得点分布を示す。これは、学習時間に比例して得点が伸びるのではなく、内容の理解によって急激に基礎の理解が向上したためと考えられる。物理科目はその特性上、数学の知識を不可欠とし、単なる暗記ではなく現象の理解が必要となる⁷⁾。不合格の学生の得点に注目すると、点数の伸びは1次関数的である。試験では、追認試験

や定期試験と類似の問題も出題されるため、パターン認識として解答している場合には、問題形式への慣れによって点数が伸びた可能性も考えられる。図2に各学生の試験回数と点数の変化を示す。合格、不合格を問わず、1, 2回目より3, 4回目の方が試験の点数は上昇した。このことから、学習時間の確保によってどの学生にも合格の期待がもてる結果となった。

教育的効果の考察

科目の到達目標を達成するために、内容をまとめた資料の模写や基本的な問題を解答する課題に取り組みさせたが、前述のようにパターン認識として作業として解答している場合は、試験問題と演習問題では文章が異なるため意味の理解が出来ていなかった。つまり、公式や解き方は理解しているが、問題の形式が変わることで解けなくなった。図3に各追認試験における知識を問う問題と思考を問う問題の正答率による分布を示す。知識問題は公式に数値を代入することで解答できる教科書の例題レベルの問題であり、思考問題は自然現象を理解して物体の運動を想像して立式し解答するレベルの問題である。知識問題の正答率が6割未満の場合、思考を問う問題の正答率は3割未満となった。知識を問う問題の正答率が6割を超えた場合、思考を問う問題の正答率が5割を超える急激な上昇が見られた。このことから、現象やそれを記述する公式などの知識をまずは身に付けることが必要であり、蓄積された知識が閾値を超えることで思考問題にも対応できる学力が備わったと考えられる。一方、知識問題の正答率が6割を超えても、思考問題の正答率が3割を切る場合もあった。これは前述したようにパターン認識として暗記によって詰め込み、現象の理解が追いついていない状態である⁸⁾。

また、試験では時間の制限や周りの雰囲気もあり緊張したため、公式の暗記で解答出来る問題にも間違いが多く見られた。これは、課題等を解く演習時に、解答を見ただけで理解して一から解きなおすことをしていなかったため、知識として十分な定着が出来ていなかったためと考えられる。初学者にとっては、 $A \times B = C$ という公式を用いる計算であっても「AとBからCを求めよ」と「AとCが既知である時のBを求めよ」は異なる問題として認識している。すなわち個々の公式を理解していても、問題で何のパラメータを問われているのかを認識していない学生の様子が伺え、解き方の手順のみを暗記し、深い理解に繋がっていない。詳細な解法が載っていると、解法をすぐに確認する学生が大勢を占めた。DX化によってすぐに解答へアクセス出来る環境が、自身の解答に確証を得るまで多角的に思考する力を養成するために、演習の充実化やフィードバックの大切さを感じた。

仮進級制度の導入は留年率を下げる効果はあるが、一方で学生の単位修得に対する緊張感を和らげ、学習意欲の低下が見込まれる。2学年進級後の物理科目、物理BI、物理BIIの間試験及び定期試験結果を表2に示す。追認試験対象学生全てが、物理BI及び物理BIIの試験の点数が、学年の平均点より

数十点低く不合格であった。物理は科目特性上、数学の能力に加え、1年時に履修する物理AI・AIIの内容を用いて学習が進む。本校のカリキュラムでもそのように科目が配置されており、基礎科目の未修得者が次の学年における学習理解に困難をきたすことは容易に想定出来る。そのため、補講の実施やピアサポートの導入など教育システムとしてサポートが必要となる。また、追認試験による単位認定の教育的効果も、従来の講義、課題、試験等による総合評価と比較しつつ検討が必要である。仮進級制度では、前期終了時または後期終了時の認定会議を経なければ合格が確定しない。そのため、該当学生にとっては不安を募らせる悪影響を及ぼし、学業に集中できない環境になるという問題がある。加えて、追認試験の日程も学校として決められてはならず、担当教員任せになっており、これにより、教員裁量で試験日を設定可能、複数回の再試験が可能、といった利点はあるが、学生がいつ試験日か分からない、複数科目の試験や補講日程調整等の困難、複数回の再試験を考慮した学習意欲の低下や試験の欠席などの問題がある。これらの問題に対して、教員間で連携を取り、システムの改善が今後必要である。

今回は物理に内容を絞ってはいるが、関係の深い数学との分析が重要である。ガリレオやニュートンも数学と物理学の繋がりについて言及しているように、解析学や幾何学を用いなければ自然現象を表すことは出来ない^{9,10)}。本校では数学の科目「基礎数学A」、「基礎数学B」、「基礎解析」、「代数・幾何」においても物理と同様に仮進級対象学生が多数見受けられる。問題の発見や解決力の育成は国の教育方針として求められている能力であり、特に多角的な文章読解力は国語等の文系科目と協働しての成長が期待される。データの精度をあげるために、今後も継続したデータの収集とより多くの科目による解析が必要である。

参考文献

- 1) 間谷武洋「大学の物理教育」95-3号, pp. 7-9, 1995.
- 2) 和達三樹, 小暮陽三「高専の物理」森北出版, 2000.
- 3) 鹿毛雅治「学習意欲の理論: 動機づけの教育心理学」金子書房, 2013.
- 4) J. Mulligan & M. Mitchelmore, Math. Ed. Res. J., Vol. 21, pp. 33-49, 2009.
- 5) 江崎ひろみ「東京工芸大学工学部紀要」38号, pp. 64-67, 2015.
- 6) H. Suzuki et al, J. Higher Ed. Life. Learn., 14, pp.89-97, 2006.
- 7) E. F. Redish, "Teaching Physics with the Physics Suite CD", John Wiley & Sons, 2003.
- 8) E. F. Provenzo, Jr, "Critical Issues in Education: An Anthology of Readings", SAGE Publications, pp. 105-118, 2006.
- 9) G. Galilei, "universe is written in mathematical language" in "The Assayer", 1623.
- 10) I. Newton, "Mathematical Principles of Natural Philosophy" in "Principia", 1687.

表 1 各追認試験における得点。“--”は未受験。60点で合格後は受験の必要は無い。

	第1回	第2回	第3回	第4回
A	31	22	42	50
B	--	37	24	61
C	28	13	60	--
D	25	--	22	36
E	15	--	40	51
F	21	15	33	--
G	13	--	23	52
H	--	30	42	91
I	6	--	7	15
J	17	60	--	--
K	37	25	37	77
L	41	29	60	--

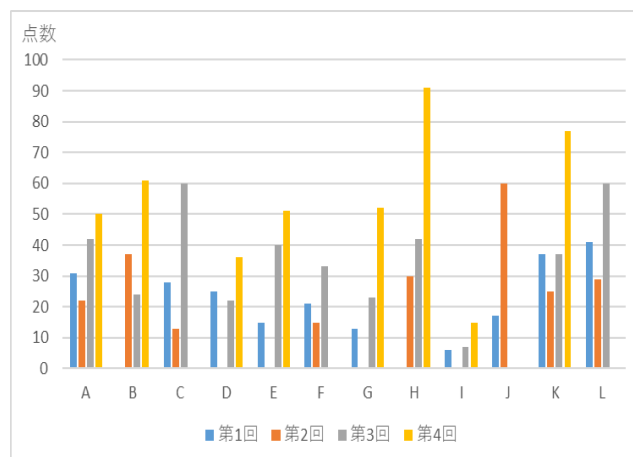


図1 追認試験の回数と点数分布。

表 2 物理 BI 中間・定期試験と物理 BII 中間・定期試験における得点。

	BI 中間	BI 定期	BII 中間	BII 定期
A	19	0	15	47
B	30	7	9	29
C	25	39	18	45
D	16	38	6	5
E	21	30	0	33
F	12	0	0	2
G	22	14	23	35
H	20	28	30	42
I	25	41	8	35
J	16	31	15	36
K	18	26	26	61
L	9	49	32	59
学年平均	48.1	53.6	49.0	68.8

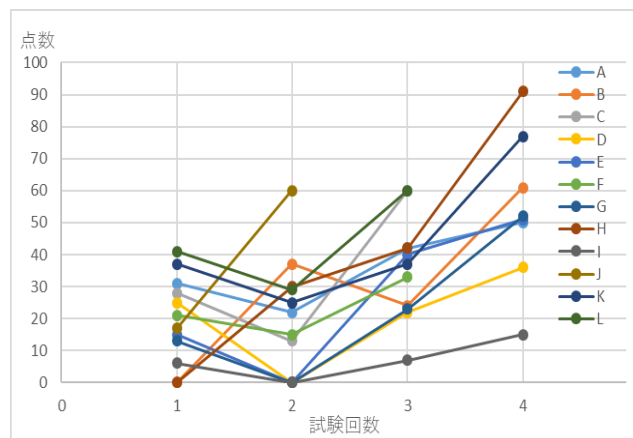


図2 試験回数と点数の変化。

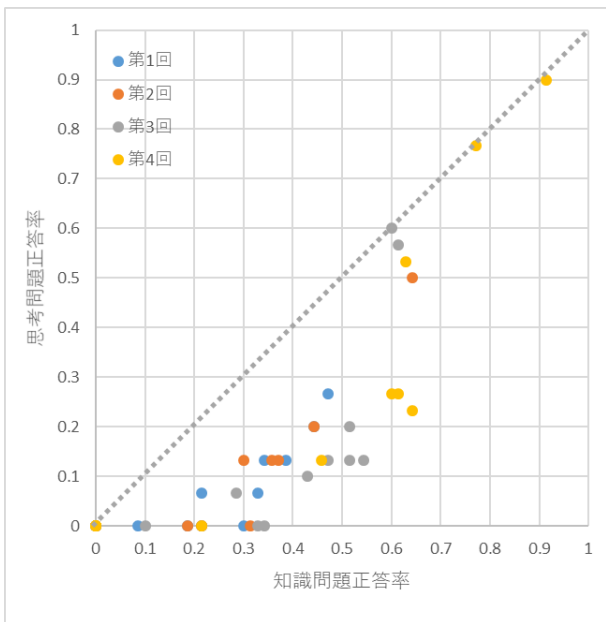


図3 各追認試験の知識と思考を問う問題の正答率。点線は知識 : 思考 = 1 : 1を表す参照線。

(2024年10月31日 受理)