

福島高専における基礎学力標準試験「物理」の結果分析

—学習到達度試験「物理」との比較による—

Results analysis of basic academic examination for "physics" in National Institute of Technology, Fukushima College -By comparison with academic achievement examination for "physics"-

鈴木 三男・磯上 慎二・新井 真人

福島工業高等専門学校一般教科

Mitsuo Suzuki, Shinji Isogami and Masato Arai

Fukushima National College of Technology, Department of General Education

(2014年9月18日受理)

In order to maintain basic academic abilities of low-grade students, physics department of the school has conducted the basic academic examination for the third grade students for the past eight years. We summarized the scores for the each themes of the basic academic examination that were implemented from 2008 to 2013 with comparing to the academic achievement examination. Based on this result, we found the themes with poor score every year, so that the novel educational plans were suggested to improve the score for the future.

Key words: basic academic examination, academic achievement examination

1. はじめに

これまでも福島高専には、この地域でも優秀かつ真面目な学生が多く入学してきている。しかし、低学年のうちに自学自習の習慣が確立できない学生や予習・復習もせずただ漫然と授業に参加している学生が年々増加する傾向にあり、教員も危機感を感じている。小・中学校時代から多くの学生が学習塾に通っており、学校での授業の予習・復習や理解できない問題の解決を学習塾に依存している。しかし本校入学後、学生が高専の授業の進度・難易度に戸惑いを感じても、高専の授業に適応した学習塾はほとんどないのが現状である。そのため本校でも、多くの教員が補講や補習を課外に行ったり、学生が学習習慣を身につけるように、こまめに課題を出している。

物理科では8年ほど前から低学年の基礎学力維持、増進のために、1～3年生を対象に長期休業中ごとに長期休業中課題を作成して、宿題として学生に課してきた。また長期休業後には、クラス担任の協力を得ながら、長期休業中の自学の成果を確認する「確認試験」を、学年ごとに4学科一斉で実施し、

その結果を学生及びクラス担任に報告してきた。

毎年10月に3年生対象に実施している基礎学力標準試験「物理」を、「確認試験」の「総仕上げ試験」と位置づけ、物理科ではこれまでも重視してきた。また、翌1月には3年生対象全国一斉の学習到達度試験「物理」が実施されているが、外部試験に慣れていない学生に配慮して、基礎学力標準試験を出題範囲、試験時間や試験形式など、学習到達度試験「物理」に近い形に整えてきた。

今回は、学習到達度試験「物理」と比較しながら、これまでの過去6年間（平成20年～平成25年）の基礎学力標準試験「物理」の成績を分析し、検討を行ったので報告する。^{1) 2)}

2. 基礎学力標準試験「物理」

本校の第1期中期計画の下、3年生対象にまず平成17年に「数学」、翌平成18年に「物理」、平成19年に「化学」の基礎学力標準試験が順次実施され、対象学年の変更等はあるものの、3教科とも現在も継続している。

2.1 試験形式

平成18年度～平成22年度は、電卓使用を認め、情報センター、電気科情報演習室、コミ科情報演習室とLL教室のコンピュータを利用して、Web Class上で、4学科一斉の試験を実施した。教員にとっては、一瞬にして試験結果が得られる利点はあるものの、ディスプレイ上の問題を読み、キーボードから答えを入力する形式は、通常の試験形式に慣れた学生にとって、違和感があったようである。そのため平成23年度からは、マークシート方式を取り入れ、より学習到達度試験に近い形式に変更した。

2.2 出題範囲及び試験時間

学習到達度試験「物理」を参考にして、出題範囲は8領域（詳しくは後述3.2を参照。「原子分野を除く」1～3年の全範囲）、試験時間を90分、200点満点で、夏休み課題の確認と合わせて、毎年10月に実施している。

3. 学習到達度試験「物理」

物理は平成18年度より高専機構主導で、全国国立高専の3年生を対象に毎年1月に実施されている。

3.1 試験形式

電卓の使用が認められ、解答にはマークシート方式が採用されている。

3.2 出題範囲及び試験時間

出題範囲は以下の8領域（平成24年度からは9領域に拡大）で、1年～3年までの原子分野を除く全範囲であるが、最低5領域を必須とし、あとは各高専の実情に合わせて、領域を選択する方式をとっている。これまで本校は全8領域を選択し、平成25年度からは全9領域を選択している。

- 領域1：変位・速度・加速度
- 領域2：力の性質と運動方程式
- 領域3：力学的エネルギー・運動量
- 領域4：円運動・単振動・万有引力
- 領域5：熱
- 領域6：波動
- 領域7：電気
- 領域8：磁気
- 領域9：微分積分を用いた力学

試験時間は8領域選択時には90分、9領域選択時には110分で実施している。

表1 基礎学力標準試験「物理」の基本統計量

	H20	H21	H22	H23	H24	H25
平均	110.91	110.56	77.18	92.12	82.08	83.41
標準誤差	3.29	2.60	2.57	2.70	2.47	3.02
中央値	112	116	70	90	80	76
最頻値	136	128	56	80	64	64
標準偏差	40.30	34.12	32.24	34.62	33.24	37.89
分散	1623.8	1164.3	1039.3	1198.8	1105.0	1435.7
尖度	-0.90	-0.31	0.29	-0.46	-0.36	-0.33
歪度	0.03	-0.12	0.84	0.34	0.52	0.58
最小	28	28	20	28	20	16
最大	196	188	180	184	172	180
標本数	150	172	157	164	181	157

4. 基礎学力標準試験「物理」の結果データ

平成18および19年度の基礎学力標準試験は、初回の学習到達度試験「物理」が実施される前後に行ったもので、物理科としてもまだ出題形式を模索中であったので、他年度の試験とは問題数や試験時間等も異なるため、今回の分析から除外している。

4.1 平均点と分布

平成20年度～平成25年の基礎学力標準試験「物理」の基本統計量を表1に示す。

平成23年度以前は毎年問題を作成し、各領域の配点を若干変更しているため、平均点によって単純に学生の学力を比較することはできない。しかしながら問題の難易度は年度によって極端に変更していないことから、本校学生の学力は低下傾向にあり、特に平成22年度には大きな学力ギャップ（落ち込み）が、平成24年度にも学力ギャップがあったことがわかる。

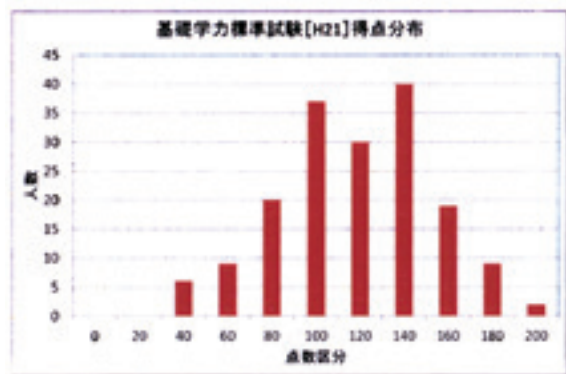


図1 基礎学力標準試験 [H21] 得点分布

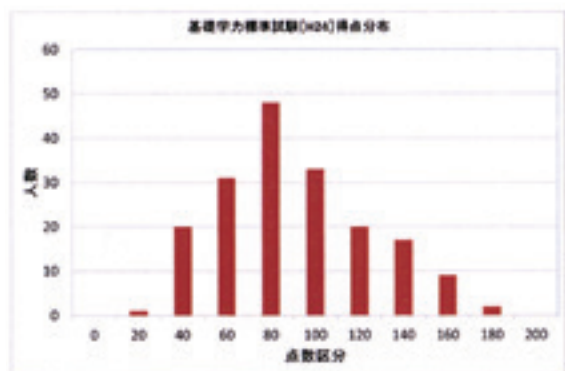


図2 基礎学力標準試験 [H24] 得点分布

次に各年度の得点分布から、その分布傾向や特徴を調べ、学力低下に関連する要因を探ってみた。図1に比較的平均点の高い年度である平成21年度の得点分布を、また図2には平均点の低い年度である平成24年度の得点分布を示す。通常、統計学的には平均点を中心に釣鐘状の正規分布となるはずであるが、平均点の高い年度は、2極化傾向が見られる。物理は好き嫌いにはっきり分かれる傾向の強い教科であり、通常の定期試験でも図1のように2極分化した2コブ型分布になり易い。平均点が高くなることから、得点の高いコブ側にいる物理好き学生によって、平均点が押し上げられていると判断される。また、平均点の低い年度では、図2のように平均点を中心とした正規分布となる傾向が見られ、平均点を押し上げる要因と考えられる物理好き学生のコブはなく、全体的に点数の低い側にシフトしている。

4.2 領域別正解率

本校学生が全体的に物理のどの領域分野が不得意であるのかを次の方法で分析してみた。基礎学力標準試験「物理」では、領域の点数配分は均等ではなく、若干のばらつきがあるので、正解率=得点/領域配点を求め、領域別の比較を行った。過去6年間（平成20年～平成25年）の比較結果を図3のレーダー図に示す。ここで、図の外周にある1～8の数字は領域を表している。領域6（波動）及び8（磁気）は正解率が毎年50%未満であることから、本校学生の不得意分野であると考えられる。また、領域2（力の性質と運動方程式）及び3（力学的エネルギー・運動量）も正解率が50%未満の年が多いことから、やや不得意の傾向がある。さらに、不得意分

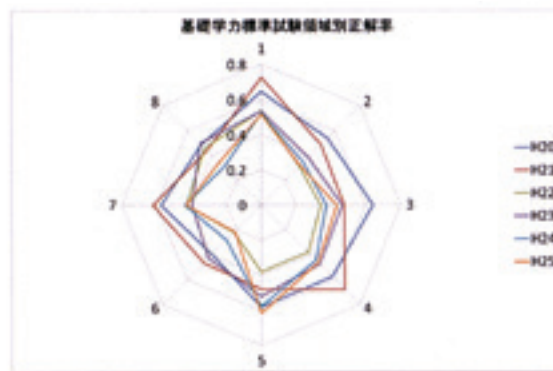


図3 基礎学力標準試験：領域別正解率

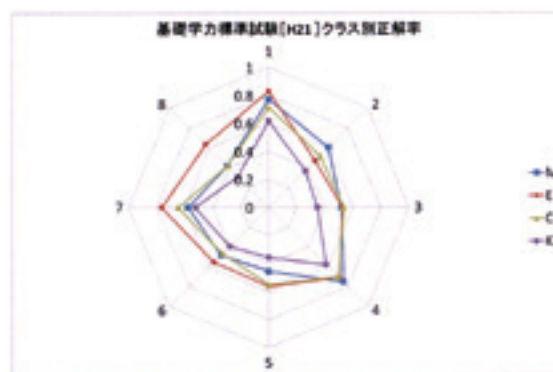


図4 基礎学力標準試験：学科別領域別正解率

野は全ての学科で同じ傾向が見られるのかを調査してみたのが図4である。年度による大きな違いは見られなかったため、平成21年度を例として学科別正解率を挙げた。領域8（磁気）は、電気科にとっては専門分野でもあり、不得意分野ではないことが分かる。他学科の正解率が低いがために、本校全体の正解率が低くなっていることから、他学科に対し

表2 学習到達度試験「物理」の基本統計量

	H20	H21	H22	H23	H24	H25
全国平均	169.2	127.9	149.8	127.9	184.8	178.6
平均	209.9	170.7	163.8	136.3	126.5	201.2
標準誤差	5.60	5.86	6.14	4.26	4.20	5.91
中央値	205	170	145	135	115	195
最頻値	170	185	110	130	105	215
標準偏差	71.0	77.0	79.4	54.2	56.0	74.2
分散	5043	5931	6304	2937	3134	5512
尖度	-0.53	-0.71	-0.38	0.40	0.11	-0.26
歪度	0.18	0.24	0.52	0.36	0.56	0.39
範囲	330	320	360	305	295	330
最小	50	20	10	15	0	60
最大	380	340	370	320	295	390
標本数	161	173	167	162	178	158

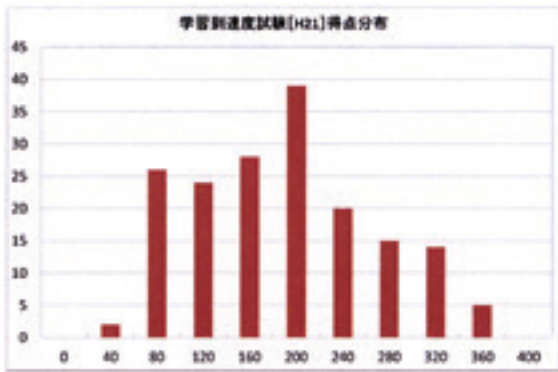


図5 学習到達度試験 [H21] 得点分布

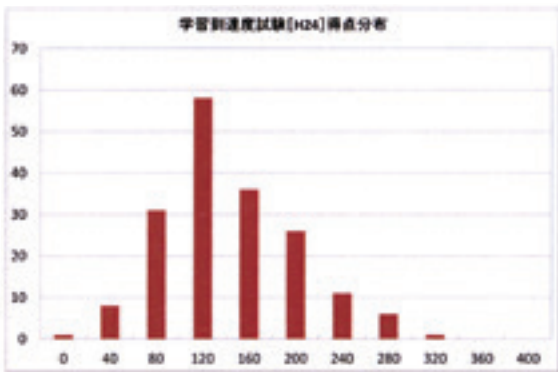


図6 学習到達度試験 [H24] 得点分布

ては、この分野のテコ入れが必要である。

5. 学習到達度試験「物理」の結果データ

基礎学力標準試験「物理」との比較のために、同じ項目データ、同じ年度学生の得点分布を作成した。

5.1 平均点と得点分布

平成20年度～平成25年の学習到達度試験「物理」の基本統計量を表2に示す。参考のために全国平均を付け加えた。本校の平均点は平成20年度から降下の一途をたどり、平成25年度にV字上昇している。先の基礎学力標準試験「物理」で指摘した平成22年度での大きな学力ギャップ（落ち込み）と、平成24年度での小さな学力ギャップの存在が、表2からも全国平均が前年度よりも上昇しているにもかかわらず、本校平均は低下している点からも読み取れる。

基礎学力標準試験「物理」との比較のため、図5に平成21年度、図6に平成24年度の得点分布を示す。図1と図5を比べると、2コブ型分布の傾向は辛うじて見られるものの、学習到達度試験「物理」では

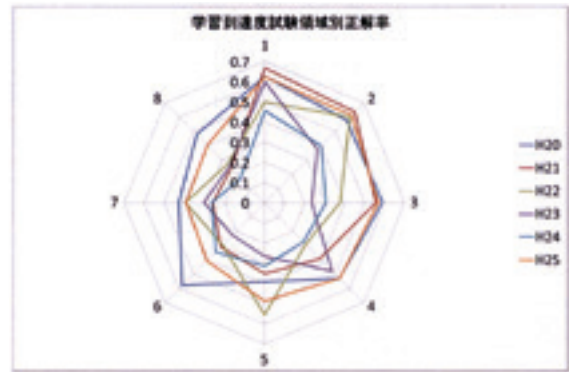


図7 学習到達度試験：領域別正解率

総得点が2倍の400点となったため、出来る学生と出来ない学生の格差が広がり、分布幅が横に広がっている。出来ない物理嫌いな学生グループが、平均点から離れた低い側に形成され、今後はこの手の学生たちへの指導法を検討する必要がある。また、図2と図6を比べると、高得点側の学生数が減少し、全体的にピーク値側にシフトしている。学生の多くが、初めて見る問題に対応しきれず、得点が伸び悩んでいるのが原因であり、その対策が必要である。

5.2 領域別正解率

図7に過去6年間（平成20年～平成25年）の学習到達度試験の領域別正解率を示す。年度によって変動があるものの、領域3（力学的エネルギー・運動量）及び8（磁気）は正解率が比較的低い傾向にあり、基礎学力標準試験の不得意分野と一致した。

5.3 関連

同じ年度においては、基礎学力標準試験と学習到達度試験をともに同じ学生たちが受験し、母集団が同じなので、先の両試験の比較では、平均値や得点分布や領域別正解率に類似な傾向が見られる。図8

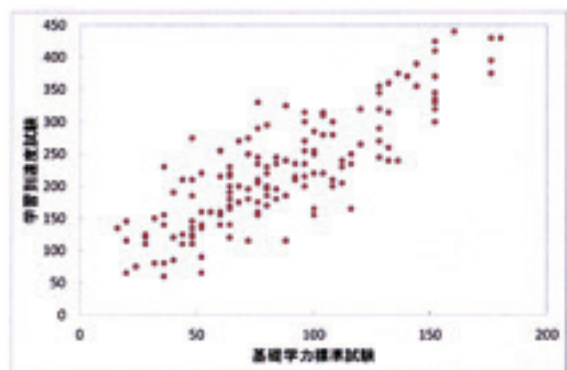


図8 学習到達度試験と基礎学力標準試験の関連

表3 相関係数

H20	H21	H22	H23	H24	H25
0.67	0.714	0.699	0.73	0.701	0.834

に平成25年度の学習到達度試験と基礎学力標準試験の相関図を示す。また、過去6年間の相関係数を表3に示す。各年度の相関係数は0.66～0.83で推移しており、上下の幅の広がりには多少の違いはあるものの、図8に見られるようにはっきり右肩上がりの分布傾向がある。そのため基礎学力標準試験は、学習到達度試験前の貴重な個人データとなり、学習到達度試験に向けた学生たちへの反省・発奮材料として有効であると判断される。

6. 改善策

表2に見られるように、学習到達度試験の本校平均点は、平成20年度から5年連続で下降し、物理科内でも危機感を強め、その改善策を話し合ってきた。その中で、最近の学生は課題ドリルはやるが、購入させた問題集〔リードα物理Ⅰ・Ⅱ〔数研出版〕〕をほとんど解かない。定期試験では、問題集の応用問題レベルはなかなか出題できない等、問題集が十分に活用出来ていない現状が見えて来た。

また、学習到達度試験で出てきた物理嫌いな学生グループの問題や見慣れない問題に対する対策なども、問題を繰り返し解いて問題集を十分に活用することで、すぐに諦めないで問題に取り組む姿勢や多くの問題をこなした自信を学生に与えられ、対策に役立つのではないかと考えた。

そこで、昨年（平成25年度）から、3年生以下の低学年生を対象に、授業のセクションが終わるごとに、問題集ノートの点検提出を学生に課すことにした。最初は解答を写すだけの学生もいたが、中には問題を解き、きちんと出来た所と出来ない所をチェックし、もう一度やり直す学生も出てきた。

また、長期休業中課題も一度だけ問題を解けばいい形式の「夏休みの友」はやめて、問題集の問題を指定し、2～3回繰り返し解く形式に変えて、問題集の同じ問題を何度も解く習慣を学生に身につけさせることを重点に置いた方法に切り変えてみた。

これらの方法による成果の有無の判断については、まだ時期尚早であり、あと数年かけなければ分

からないところがあるが、この方法導入後の平成25年度の表1、2を見ると、基礎学力標準試験では顕著な変化はないが、学習到達度試験では飛躍的な平均点の向上が見られる。受験学生の母集団や試験問題の難易度によるところが大きいと思われるが、問題集の反復効果の1つの表れであればと期待している。さらに今年度からステップアップし、クラスによっては模範的な学生の問題集ノートの整理法を学生に紹介し、その整理法でノートを提出するように徹底指導している。

7. まとめ

今回の基礎学力標準試験「物理」の成績を分析してみて、学習到達度試験「物理」と非常に密接な相関があることが分かった。今までは我々も学生に基礎学力標準試験の成績を返却するだけで、学生も単なる試験結果の1つとしか受け止めておらず、学生一人一人が出来なかった点の反省を学習到達度試験に十分活ききれていなかった。基礎学力標準試験はこれまで通り「総仕上げ試験」でもあるが、学生にとっては学習到達度試験に向けて自己反省する最高の機会でもある。

学生の学力低下を防止するための改善策として、昨年度から本校物理科では、セクションごとの問題集ノート点検や長期休業中の問題集反復などの方法で、学生に問題集を十分に活用させる方策を導入した。ノートの点検や課題提出チェックなど教員側にも負担が増えたが、諦めずに問題に取り組む姿勢や多くの問題をこなした自信を学生に植え付けるのには、手軽で良い方法である。導入したばかりで、それらの成果の有無を判断するにはまだ時期尚早であるが、今後もこの方法の修正・改善を加えながら低学年の基礎学力の向上に努めたい。

参考文献

- 1) 市川誠、新井真人：福島工業高等専門学校研究紀要, 54, 91 (2013).
- 2) 佐藤義隆、梅野善雄、永水壽寛、松田修、柳井忠：高専教育, 31, 583 (2008)