

基礎物理学講義の FCI による評価 (2)

齊藤隆仁

徳島大学教養教育院

1. はじめに

理系の科目は積み上げ型とされ、基礎的事項を順番に学習していくことで、知識が獲得され、応用的な問題にも対応できると一般には考えられている。しかし力学の学習においては、必ずしも授業で学んだ知識により、現象を正しく理解することができるわけではないことが、アリゾナ州立大学のディビッド・ヘステネスらによって指摘された (Halloun & Hestenes, 1985)。学習者は、学習する前から日常の経験を通して物理現象についての強い信念と直感をもっており、これを素朴概念と呼ぶ。これが学習すべき概念と異なる場合があり、これを誤概念と呼ぶ。ヘステネスらは、ニュートン力学に関する学生の概念学習を調べるための選択式の力学概念調査 (Force Concept Inventory: FCI) を開発した (Hestenes, 1992)。この調査は、物理そのものの基本的概念を理解しているかどうかを把握するため、誤概念をもつ学生が答えると予想される選択肢を含んでいる。ヘステネスらは誤概念は教材の解釈をゆがめ、素朴概念をほとんど変化させないことを報告した。現在では 24 か国語に翻訳されており、国際的に広く普及している。国内では FCI を指標として用いた物理教育研究が広がっている。この FCI を学習前に実施し (事前テスト)、学習後に再び同じ問題を実施する (事後テスト) ことで、学習者の概念変容を測ることが可能である。

今回、徳島大学において 2017 年度前期に実施された 1 年の基礎物理学 (力学) の授業の受講生 104 名を対象として、FCI の事前テストおよび事後テストを実施した。この報告では、FCI テストに加え、定期試験、平常点の比較を行ったので報告する。

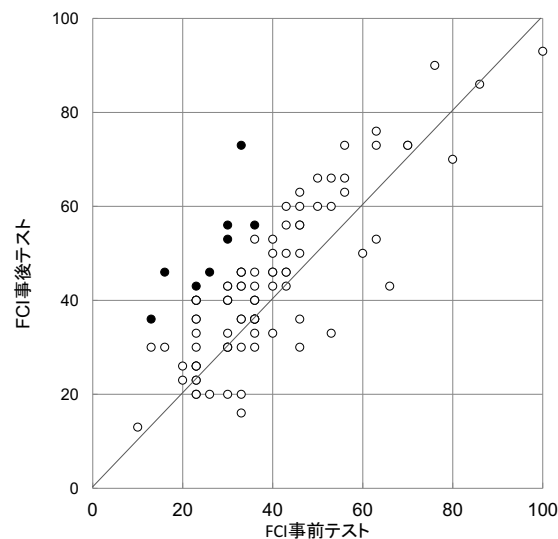
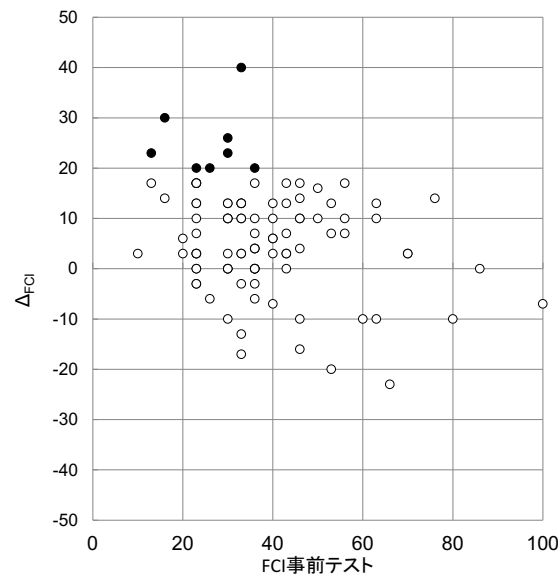


図1 FCI 事前テストと事後テストの相関

図2 FCI 事前テストと Δ_{FCI} の相関

2. 調査結果

FCI は全部で 30 問あり、それぞれ力学におけるニュートンの第 1~第 3 法則が正しく理解されているかを選択する問題となっている。ここでは 100 点満点で表すこととした。第 1 週目に実施した事前テストと第 16 週目に実施した事後テストの相関を図 1 に示す。原点を通る直線の上にある

点は得点が上昇したことを示す。また、学習の成果を示す指標として、今回は事後テストの点数と事後テストの得点の差

Δ_{FCI} = 事後テストの得点 - 事前テストの得点を用いることとし、その分布を図2に示す。 Δ_{FCI} が20以上ある学生は、事前テストの得点が10から40の範囲の学生となっていて、図1~図4では黒丸で示す。

定期試験は第15週目に実施した。FCIで測られる能力の理解だけでなく、ベクトルの微分が計算できるか、微分方程式を解くことができるかといった観点からの総合的な出題となっている。FCI事前テストと定期試験の得点の相関を図3に示す。FCI事前テストが高得点であれば、学習にたいするレディネスが高く、定期試験も高得点であることが期待される。これは Δ_{FCI} が50点以上であった学生で確認できる。加えて、 Δ_{FCI} が20点以上だった学生は、FCI事前テストの点数が低いにもかかわらず、定期試験においても70点以上と高得点であったことを示している。

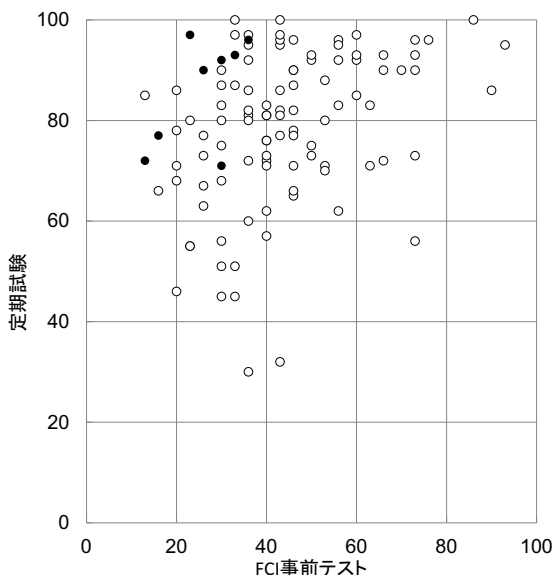


図3 FCI事前テストと定期試験の相関

Δ_{FCI} を伸ばす要因として、学習態度の影響を検討するために、平常点との比較を行う。授業時間内と授業時間外に課題プリントを合計27枚提出をさせている。ここではその期限内に提出した率を平常点と呼び、100点満点で表すことにする。平常点の得点と Δ_{FCI} の相関を図4に示す。平常点

と Δ_{FCI} の間に、正の相関を期待していたが、特に相関は認められない。従って平常点をあげることが Δ_{FCI} を伸ばすことにつながっているわけではないことがわかる。ただ、 Δ_{FCI} の得点が高い学生は平常点も高いことが認められる。

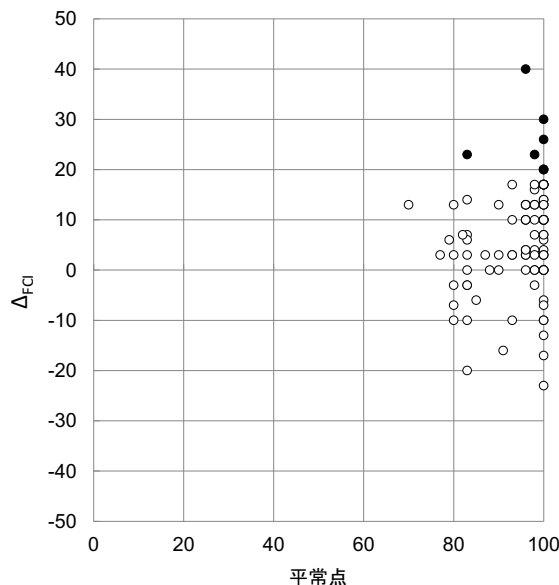


図4 平常点と Δ_{FCI} の相関

3. まとめ

通常の講義では、概念（法則）を学習したのちに、その概念を「正しく」使用して現象を理解することに主眼を置く。物理学においては、誤概念を克服することがカギとなる。

今回の報告では、FCIの伸びが高い学生は定期試験におけるパフォーマンスも高いことが示された。しかし、その要因はプリント提出率といった表面的な学習態度ではないことも明らかとなった。学びの深さを測定する指標として、アクティブラーニングの側面からの検討を行うことが今後の課題である。

参考文献

Halloun I.A., & Hestenes, D. (1985). *American J of Physics*, 53, 1056.
 Hestenes, D., Wells, M., & Swachkamer, G. (1992). *Phys. Teach.* 30-3, p. 1043.