

大学生の学力多様化時代における初年次物理教育の授業内 ICT 学習支援

序章

1. 研究の目的
2. 研究の学術的背景
3. 本研究の達成目標
4. 本研究の術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

第 1 章 研究計画および方法

第 2 章 確認テストの特性分析

第 3 章 携帯情報端末の利用

第 4 章 確認テストの Moodle への移行 振り返り機能

第 5 章 Moodle ベース確認テストの実施

第 6 章 カードベースと Moodle ベースの比較検討

第 7 章 Moodle ベース「振り返り」のテキストマイニング分析

第 8 章 数学力, 他の教科学力, 出身高校の偏差値等との比較検討

第 9 章 Active Learning と基礎知識定着

結論

参考文献

序章

1. 研究の目的

大学入学までに、自主学習の習慣や基礎知識を習得する機会に恵まれなかった学生を多数抱える大学が増えている。大学進学率が 50% を超え、大学教育が国民教育となった今、大学教育の在り方を根本から考え直さなければならない。本研究は、このような観点から、大学の初年次物理教育において、学習に対する自主性を誘発しつつ、物理学の基礎知識を定着し、現象や法則を理解させるための学習支援型授業モデルの設計と提案を目的とする。具体的には、次の 2 点である。

- (1) 本来授業時間外に行う復習の一部を授業の中に効果的に取り込む
- (2) 「振り返り」や自己の学習に対するメタ認知を誘発する仕組みを構築する

2. 研究の学術的背景

近年、国内外において、様々な教育方法の工夫が行われている。例えば、アクティブ・ラーニングとしてのグループ学習、プロジェクト学習、学習ポートフォリオなどにより、目標設定力・課題解決力の育成や学習への自主性の醸成を目指すものである。その背景には、グローバリゼーションと知識基盤社会への移行にともない、コンピテンシーの重要性が認識されたことがある。しかし一方では、アメリカ合衆国はいうに及ばず、我が国や他の経済発展を成し遂げた国では、高等教育への進学率の増加に伴うユニバーサル化が進行し、それぞれの国に特有な大学生の基礎学力の多様化が進んでいる。特に日本では、一部の大学には学力や自発性が比較的備わった学生が集まる一方で、小学校や中学校の基礎学力に欠ける相当数の学生を抱える大学も現れている。後者に多く見られるような自主学習の習慣や基礎知識が不足する学生が大半を占めるクラスにおいては、グループ学習による相互啓発・自己啓発やプロジェクト学習は理念としてはあり得ても、効果的な実施は現実には難しいと考えられる。

このようなクラスで物理学の学習成果を上げるためには、第一優先事項として、基礎知識の定着を図らなければならない。そのうえで、それに裏付けられた物理現象や物理法則の概念的理解を同時に進める必要がある。グループ学習やプロジェクト学習などが目指す問題解決力のレベルは、前提となる基礎知識のレベルによって制限されると考えられる。小学生には小学生レベルのプロジェクト学習も考えられるであろう。大学生であれば、大学生としての必要最低限レベルの基礎知識を習得していることが重要である。基礎知識のないところに自主性も問題解決力も育たないと考えられる。すなわち、学力の多様性に応じた授業モデルを考えるべきであろう。(図 1)

本研究では、授業内に復習を効果的に取り込むことによって、自主性が未発達な学生が多数

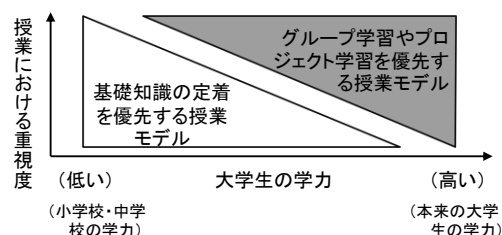


図1 大学生の学力と授業モデルの適用範囲

を占めるクラスで効果的に基礎知識を習得させる授業モデルを実践的に検討する。ただし、この場合でも学習への自発性を育むことは重要である。学習ポートフォリオを導入することで、個人レベルで「振り返り」を促すことができ、学習動機を高めていくことができると考える。

今日、大学の物理教育は研究者育成や、社会の中堅育成の教養教育としてだけではなく、国民教育として幅広い学力層に対して行われる側面がある。本研究の授業モデルは、適用範囲として、上に述べたような自主学習の習慣や基礎知識を習得する機会に恵まれなかった学生を多数抱える大学における初年次物理教育を想定している。

応募者は、これまでに大学初年次の基礎的な物理学の授業において、復習を取り入れる取り組みを行ってきたが、5年ほど前から効果的な実施方法を見出し実践してきた。これらの成果については、研究業績に示した論文や講演で公表してきた。本研究は、この方法の有効性を踏まえた上で、上述した授業モデルを確立しようとするものである。

3. 本研究の達成目標

応募者がこれまで取り組んできた授業内での復習は、教科書・ノート・配布資料を参照しながら、前回の授業内容に関する問題に解答するというテスト形式で行ってきた（確認テスト）。確認テストは現象の理解や物理法則の意味などを問う問題と、数式表現を問う問題の2種類から構成されている。確認テストの解答には、マークカードを利用してきた。学習の効果は、記述式で行われる学期末試験、および記述式で行うプレテスト・ポストテストで調べている。

これまでの研究から、授業の最初に前回授業の復習として行う10分間程度の確認テストが効果的であり、当日の授業を確認するために授業の最後に行う方法では、効果がないことが明らかになった（研究業績2009年、2010年）（図2）。

しかし、確認テスト自体の特性はまだ十分には分析できていない。一方、マークカード（JISカード）を使うため、カードの回収や採点に多少時間がかかる、また、テスト結果のフィードバックもすぐには行えないなどの解決すべき課題がある。

これら、これまでの検討を踏まえ、本研究では、次の3点を明らかにする。

(1) 授業内の復習で利用している確認テストの特性を分析し、これまで達成してきた学習効果の要因を明らかにする。また、対象としている学生の学力レベルを明らかにし、授

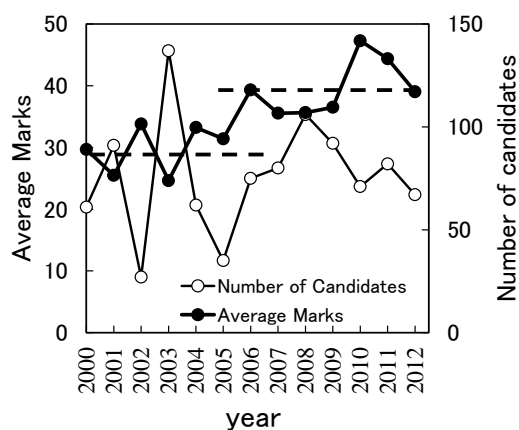


図2 確認テスト導入による学期末試験結果への影響。2005年から授業の初めに行う確認テストを導入した。その結果、学期末試験受験者数(○)の変化とほぼ無関係に学期末試験の平均点(●)が増加した。破線は平均点の平均位置を表している。

業モデルの適用対象を明確にする。

(2) 授業内で行う復習の方法について、マークカード以外の方法を検討する。具体的には、この数年急速に普及している無線 LAN で Web アクセス可能な携帯情報端末を利用する方法を検討する。これにより、確認テストの採点結果を速やかに学生にフィードバックするシステムの構築が可能になる。また、携帯情報端末を使用した場合と、マークカード利用時との違いを学習効果、効率など様々な観点から検討する。

(3) Web 上に集積する確認テストの結果を各学生へフィードバックする機能を備えた学習ポートフォリオを構築する。これにより、学習に対する各自の「振り返り」を促し学習への自発性の誘発を図る。通常の学習ポートフォリオは、紙ベースでも Web ベース (e ポートフォリオ) でも、学習者が学習成果物をポートフォリオに蓄積し、定期的に「振り返り」を行うものである。しかし、ここで構築するポートフォリオでは、授業内で行う復習の成果物 (確認テストの結果) の蓄積をシステムが管理する。

4. 本研究の術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

本研究では、自主性が十分に育っていない大学生に、授業の中で、教科書を読む習慣、ノートを読み返すなどの自主的学習の態度を身に付けさせつつ、物理学の知識、概念を主体的に学習・習得する授業モデルを検討する。授業内で行うこの復習の時間は、e ラーニングで学習効果の重要な要因の一つといわれている「振り返りの時間 (time for reflection)」(S.R.Hiltz, *Journal of Communication*, 36, 1986, pp.95-104) の側面も持つと考えている。本研究での特色は、確認テストの採点結果を速やかに e ポートフォリオに集積するシステムを構築して、授業内における復習と「振り返り」の融合を図る点にある。なお、この授業モデルは、物理学以外の科目にも応用できると考えている。

第1章 研究計画および方法

本研究の進め方の骨子を要約すると、次のようになる。現状は、学生に物理学の知識を効果的に習得させる方法を見出した段階であり、いわば現象の一端を捉えた段階である。今後は、その有効性の本質を探究しつつ、発展的な応用につないでいく。この方針に沿って、本研究では、3年間で次の検討を行う。

(1) これまでに効果が見られた確認テストの特性を検討し、テスト問題の改善を図る。

(2) 確認テストを Web 化し、これまでのマークカード方式と比較検討する。

(3) 学生個々の授業の「振り返り」を支援するために、毎回の授業で行う確認テストの結果をフィードバックする機能をもつ学習ポートフォリオを Web 上に構築し、効果を検討する。

(4) 本研究で検討する学習支援型授業モデルが有効な学生の学力範囲を明らかにする。

1.1 確認テストの特性を検討し、テスト問題の改善を図る (1)

授業内の復習で利用している確認テストについて、これまでに、一部の問題について項目反応理論を適用した分析を行ってきた(研究業績 2010 年)(図 3)。確認テストは物理量や法則の意味を問う問題と、物理量の記号・単位、文字式・数式を問う問題から構成されている。これまでの一部の問題の分析結果を図 3 に示す。この図からわかることは、後者の問題では、各学生の習得度の差を明瞭に識別できるが、前者の問題では、各学生の習得度の差がそれほど明瞭ではないということである。この結果からは、確認テストで出題しているテスト問題が妥当な問題であるよう

にも思えるが、さらに分析を進め、より適切なテスト問題を目指して改善する。ただし、現在、テストの特性分析に使用しているフリーソフトウェアでは、分析のアルゴリズムに起因して、テスト問題によっては数値計算が収束しないことが少なくない。これまでの分析を検証し、さらに検討を進めるためにも、定評がある分析ソフトウェア (Multilog) を用いて確認テスト問題の分析の再検討を行い、テスト問題の適否を検討する。

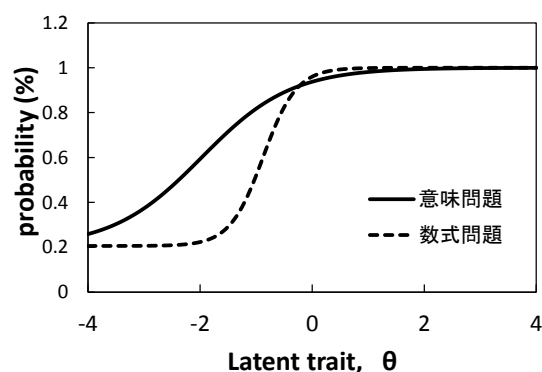


図3 確認テストの項目反応曲線(一例)

1.2 確認テストの Web 化およびマークカード方式との比較検討 (2)

携帯情報端末を用いた確認テストの実施準備を行う。現在、確認テストにはマークカードを使用しているが、これを Web 上での解答に変更する。そのために、次の作業を進める。
①確認テストの問題を Web 上に作成し、採点結果もそこに蓄積する。このシステムの構築には、応募者が勤務する大学で授業用に供用されている教育情報 Web システムを利用する。

このシステムは、フリーウェアの学習管理システム Moodle を利用したものであるから、汎用性がある。

②携帯情報端末を使用した確認テストの解答入力操作性などをテストする。携帯情報端末としては、無線 LAN 接続で Web アクセス可能なものとして、近年比較的安価に入手できるタブレット PC を使用し、使用可能性をテストする。なお、解答などの入力メディアとしては、Web との親和性、操作性、ポータビリティ、価格の面から検討すると、携帯情報端末が総合的に優れていると考えられる（表 1）。スマートフォンを所有する学生も増えつつあり、近い将来は、携帯情報端末の活用が普及すると考えられる。

表1 入力メディアの特徴

特徴	マークカード	携帯情報端末	パソコン
Webとの親和性	×	◎	◎
操作性	○	△	○
ポータビリティ	○	○	×
価格	○	△	×

構築した Web 上の確認テストを授業で試験的に利用する。そのために携帯情報端末を購入して授業で試験的に使用する。必要な台数の最終決定については、平成 25 年度の携帯情報端末試用の効果を確認してからになるが、現段階ではアンドロイド端末を 10 台、Apple 社の iPad mini を 5 台購入する予定である。確認テストには、これまで行っているマークカードと携帯情報端末を併用し、それぞれの長所と短所、および学習効果を検討する。本学の初年次物理学の授業は 2 クラス展開で行われるが、受講者数はこの数年間、各クラス 40 人前後で推移している。携帯情報端末 15 台は少ない可能性があるが、メンテナンスなどを考慮すると、この程度の台数が適当である。また、各クラスとも 40% 弱の学生が携帯情報端末利用を使用することになるので、統計的には十分な知見が得られると考えている。なお、一部のスマートフォン所持者には、自身の端末を利用させることも考えている。また、携帯情報端末の種類による操作性の優劣も教室での実地使用で確認する。携帯情報端末の利用による確認テストの長所はすでに述べたが、予期しない問題点が発見される可能性もあり、それは新しい知見として役に立つと思われる。

1.3 「振り返り」支援機能および確認テスト結果のフィードバック機能の Web 構築（3）

学習ポートフォリオの構築に着手する。前述の 2 ①と同様に、本学のフリーウェア moodle を利用した Web サーバシステムを利用する。上述のように、このシステムには、確認テスト問題と各学生の解答と採点結果が蓄積される。このシステムに、各学生が確認テストの結果や授業に対してコメントを入力する部分と教員がコメントする部分を加えて機能を拡充する。具体的には、1 学期に約 15 回行われる確認テスト

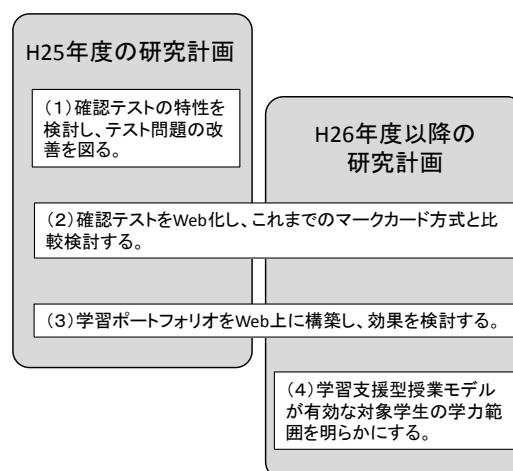


図4 研究計画の概要

の結果などについて、学生・教員のコメントを時系列的に記入・閲覧する機能などである。授業での試験運用も開始する。この場合にも携帯情報端末を利用することになる。ただし、携帯情報端末を利用しない受講者については、授業後に学習ポートフォリオへの入力を行わせる。これにより、両者の比較検討を行う。

また、学生が「振り返り」として記述した文章から、学生の躓きや授業の課題が見出される可能性がある。あるいは、確認テストや学期末試験では検出できない学生の理解度の変化などを知ることができる。テキストマイニングソフトウェアを用いて、これら进行分析する。この試行により、授業内での復習と「振り返り」の融合について、効果を検討する。

1.4 学習支援型授業モデルが有効な学生の学力範囲（4）

これまでの実践から、基礎知識の定着について、確認テストが有効であることがわかっている。ここで対象としている学生の学力レベルを数学力や他教科の学力、あるいは出身高校の偏差値など何らかの指標で明確にする。

参考文献

- 2012 穴田有一
以降 1. 講義内 SNS システム「Kaiwa」の設計と開発、安田光孝・中村祐太・向田茂・谷川健・穴田有一、2012 年電気通信学会総合大会講演論文集、査読無し、p.219、2012。
- 2011 穴田有一 2.Practice to Bring about Learning Outcome in Elementary Course of Physics in University、Yuichi Anada、招待講演 (9th International and National Conference on Engineering Education、in Thailand)、Proceedings、pp.4-7、2011。
3. 大学初年次物理教育における復習並行型授業の検討、穴田有一、第 66 回日本物理学会講演概要集、査読無し、p.438、2011。
- 2010 穴田有一 4. Practical Use of Review Test in Elementary Course of Physics in University、Yuichi Anada、AIP(American Institute of Physics) Conference Proceedings (INTERNATIONAL CONFERENCE ON PHYSICS EDUCATION 2009)、査読有り、Vol.192、pp.193-196、2010。
5. 大学初年次物理教育への確認テストの導入と効果、穴田有一、第 65 回日本物理学会講演概要集、査読無し、p.415、2010。
6. 本学教養教育における「ポートフォリオ」の活用について、加納邦光・穴田有一、北海道情報大学紀要、査読有り、第 21 巻、第 2 号、pp.73-84、2010。
- 2009 穴田有一 7. Outline of the e-learning in Hokkaido Information University、Yuichi Anada、招待講演 (training course in ICT and E-learning、Rajamangala University of Technology Tangyaburi (RMUTT), Thailand)、2009。
8. 多様化した大学生の初年次物理教育：確認テストの活用、穴田有一、第 64 回日本物理学会講演概要集、査読無し、p.407、2009。
- 2008 穴田有一 9. e-learning physics in Correspondence Course of Hokkaido Information University、Yuichi Anada,Satoshi Maeda,Naofumi Okuyama、Journal of the Physics Education Society of Japan (Proceedings ofINTERNATIONAL CONFERENCE ON PHYSICS EDUCATION 2006)、査読有り、Supplement、pp. 304-305、2008。
10. e ラーニングにおける LMS の活用：2003-2007、穴田有一・奥山尚史、第 63 回日本物理学会講演概要集、査読無し、p.404、2008。