

漸進的問題演習の実現と実践利用を通じた学習者の振る舞いの分析

Increasing Complex Problem Practice in Physics and analysis

武智 俊平, 平嶋 宗

Shumpei TAKECHI, Tsukasa HIRASHIMA

広島大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: takechi@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：力学の問題演習において、ある問題を少しだけ複雑化・単純化した問題を解く漸進的問題演習は有効な学習方法とされている。本研究では、個別対応が可能な漸進的問題演習システムを設計・開発し、高専の物理の授業において本システムを用いた問題演習を実施した。本稿では、学習者の振る舞いの分析についても報告する。

キーワード：漸進的問題演習、派生問題、学習者による選択、誤りに対する支援、学習者の振る舞い

1. はじめに

問題演習において、出題される問題の順序は重要とされている。本研究では学習者が少しずつ複雑な問題を解けるようになるための演習方法として漸進的問題演習を取り扱う。ここでいう漸進的問題演習では、問題が解けたときにはその問題を少し複雑化した問題を次に出題する。次の問題において学習者が取り組むべき課題は、複雑化によって生じた二つの問題の差分となる。また、問題が解けなかったときにはその問題を少し単純化した問題を次に出題する。この単純化した問題が解ければ、学習者が取り組むべき課題は、その単純化によって生じた二つの問題の差分となる。漸進的問題演習とは、このように学習者が取り組むべき課題を二つの問題の差分として明確化しながら演習を進める方法である。本研究ではこの漸進的問題演習を物理の力学において実現するシステムを設計・開発し、高専の物理の授業で利用した。以下、本稿では、第2章で本システムが行う漸進的問題演習について述べ、第3章で学習者がどのような振る舞いを行うかの仮定を述べる。第4章では行った評価実験とその結果を述べ、学習者の振る舞いについて考察する。

2. 漸進的問題演習

2.1 派生問題

漸進的問題演習を行う上で問題間の関係を考える必要がある。先行研究では「力学的状況」および「解法」の2つの観点に着目し、それぞれ関係しているような問題を派生問題と定義している⁽¹⁾。派生問題は、一般化問題、特殊化問題、拡張化問題、部分化問題の4つに分類される。一般化問題、特殊化問題とは問題の物理状況を変化させることにより生成する派生問題である。一般化は状況を複雑化、特殊化は単純化させる。拡張化問題、部分化問題とは、問題の解法を変化させることにより生成する派生問題である。拡張化は解法を拡張することにより問題を複雑化し、部分化問題は解法の一部を切り取るこ

により問題を単純化する。本システムでこの派生問題を用いて問題を生成している。

2.2 演習の流れ

本システムではまず教授者が学習者に最終的に解いてほしい問題を目標問題として設定する。システムは設定された目標問題を特殊化した問題を可能な限り生成する。生成された問題からさらに可能な限り特殊化した問題を生成することで図1のような構造を生成する。ここから教授者は学習者が最初に解く問題を初期問題として設定する。

学習者は与えられた初期問題を解き、正解した場合は少しだけ難しくなった一般化問題が与えられる。この時、候補が複数ある場合は学習者自身が選択することができる。不正解の場合は単純化した問題を出題することで支援を行う。この時の単純化した問題は部分化問題か拡張化問題となり、学習者は自身で選択することができる。このように少しずつ複雑化していき目標問題を解くことが目的となる。

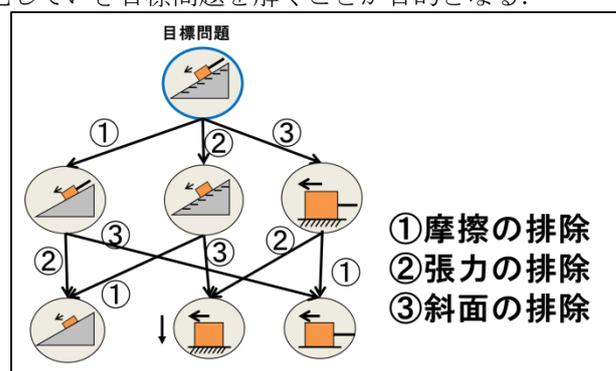


図1 問題経路の例

3. 予想される学習者の振る舞い

本システムを用いて問題演習を行う学習者の振る舞いは、大きく三つにタイプ分けができると考えられる。一つ目は力学についてよく理解している学習者群で、問題の単純化を行う必要がなく、一直線に目標問題に向うと思われる前進学習者である。二つ

目は本研究で定義する漸進的問題演習のように正解なら複雑化された問題、不正解なら簡単化された問題を解いていく学習者であり、これを前後進学習者と呼ぶ。この学習者が最も漸進的問題演習の効果を受ける学習者となる。三つ目は力学の基本的な部分が理解できていない学習者群で、問題の複雑化は行われず、同じ問題か簡単化された問題を解く後進学習者である。

4. 評価実験とその結果

4.1 実験方法

被験者は商船系の高等専門学校 of 学生 109 名 (3 クラス) である。物理の授業を使ってシステムの利用を行った。被験者にはまず、力学に対する印象についての事前アンケートを取る。その後、システムの主旨と使用方法の説明を行い、実際にシステムを用いて演習を行ってもらい、最後に事後アンケートに答えてもらう。なお、今回は担当教員の意向により目標問題はこちらで候補を出し、初期問題は学習者自身で設定してもらうようにしている。実験の所要時間は事前アンケートおよび操作説明で 10 分、システム利用 20 分、事後アンケート 10 分である。アンケートは主に漸進的問題演習が行えていたか、不正解時の支援は適切なものであったか、次の問題を選択できることは有効か、といったものを中心に行った。

4.2 実験結果

平均回答数は 8.1 問であり、そのうち平均正解数は 2.3 問 (標準偏差 2.3)、平均不正解数は 5.8 問 (標準偏差 4.0) であった。また、事後アンケートの結果を表 1 に示す。各項目で過半数以上の賛成意見を得られている。この結果は 90% の被験者が力学に苦手意識をもっており (事前アンケート結果)、また多くの被験者が必ずしも物理の専門知識を必要としないという状況において十分に有用な演習を実施できたことを示していると判断している。この判断について担当教員も同意している。加えて担当教員からは、自分の理解度を確認しづらい学生に有効だというコメントをいただいている。

表 1 事後アンケート結果

	とてもそう思う	そう思う	そう思わない	全くそう思わない	未回答
Q1. この問題演習は力学の学習に役立ったか?	14	67	19	9	0
Q2. 正解した後に出题された問題を解くとき、正解した問題を参考にしたか?	21	46	36	4	2
Q3. 間違えた後に出てくる問題を解くことで、間違えた問題を解くの役に立ったか?	12	57	27	6	7
Q4. 次に解く問題を自分で選択できることで、問題演習に取り組む意欲が高まったか?	11	56	29	6	7
Q5. 今後もこのような問題演習を行ってみたいか?	13	53	28	8	7

5. 学習者の振る舞いに関する分析

演習のログデータを詳しく分析し、各学習者が辿った経路から学習者をタイプ別に分類した。一度も簡単化を行わなかった学習者を前進学習者、一度も

複雑化を行わなかった学習者を後進学習者、簡単化、複雑化のどちらも行っている学習者を前後進学習者とする。また二つの特定の問題の間で簡単化・複雑化を繰り返している学習者が見受けられた。これらの学習者を繰返し学習者とする。分類した学習者のタイプとその分布を表 2 に示す。この結果から本研究で定義した漸進的問題演習を行った前後進学習者が四割弱いることが判明した。一方、前進学習者の割合は予想よりも多くなっている。主な理由として演習時間が限られていたため、問題の理解や計算に時間をかける学生は取り組む問題数自体が少なくなったということや、不正解の場合同じ問題を再び解くことをできるようにしていたため、繰返し同じ問題に挑戦した学習者がいたということがあげられる。一方で目標問題に正解することができた学生の数も前進学習者は 13 人みられ、やはりよく理解している学生が多いことがわかる。前後進学習者では、与えられた問題が解けないため簡単化による支援を受け、その後再び解けなかった問題に挑戦し、正解したという学習者は 15 人存在した。これは前後進学習者のほぼ半数である。またこのうち 4 名は目標問題にも正解することができている。これらの結果は、本システムがすべての学習者に対する個別支援を行っているわけではないことを示していると同時に、一定の数の学習者に対して漸進的問題演習を効果的に実施できていることを示唆している。したがって、本実践を通して、本システムの改良・拡張の必要性と共に、有望性を確認できたと判断している。

表 2 学習者のタイプとその分布

学習者のタイプ	人数	全体に対する割合
前後進学習者	31	36.0%
前進学習者	40	46.5%
後進学習者	11	12.8%
繰返し学習者	4	4.7%

6. まとめ

本稿では、漸進的問題演習の実現を行うためのシステムの設計・開発とそのシステムを用いた評価実験の結果について述べた。その結果から漸進的問題演習が実際に行われていること示すことができた。

参考文献

- (1) 大川内 祐介, 平嶋 宗: “派生問題の自動生成とその実験的評価”, 教育システム情報学会第 35 回全国大会, pp.517-518(2010)
- (2) 堀口 知也, 平嶋 宗: “モデルグラフに基づく発展的知識獲得の支援環境”, 人工知能学会第 42 回先進的学習科学と工学研究会(SIG-ALST), pp.7-14(2004)
- (3) 平嶋 宗, 東 正造, 柏原 昭博, 豊田 純一: “補助問題の定式化”, 人工知能学会誌, Vol.10, No.3, pp.413-420(1995)