

高校物理を対象とした類推的思考を促す準発見型学習支援システムの構築

Semi-discovery Learning Support System for High-School-Physics

榎田 剛士^{*1}, 小西 達裕^{*2}, 伊東 幸宏^{*3}

Takeshi ENOKIDA^{*1}, Tatsuhiko KONISHI^{*2}, Yukihiro ITOH^{*3}

^{*1} 静岡大学大学院総合科学技術研究科

^{*1}Department of Informatics, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University
Email:gs15007@s.inf.shizuoka.ac.jp

^{*2} 静岡大学情報学部

^{*2}Faculty of Informatics, Shizuoka university

^{*3} 静岡大学

³Shizuoka university

あらまし：既知の知識をもとに未知の知識を獲得する思考を類推的思考という。本研究では、発見学習をシステムによって簡易化した準発見型学習の枠組みと物理現象をシミュレートできる仮想実験室を用いて学習者自身がそれぞれの現象内にあるパラメータ同士の関係を発見的に学習することを支援する。そして両知識間にある類似点や相違点といった関連性を学習可能なシステムを構築する。

キーワード：類推的思考, 発見学習, 仮想実験室

1. はじめに

既知の知識(基準知識)をもとに未知の知識(目標知識)を獲得する思考法を類推的思考という。内ノ倉は理科学習における科学的な概念の形成との関わりに着目し、意識的にアナロジー、メタファーを生成させることは、概念的な理解の促進や新たな疑問の創出など、効果的な教授戦略の一つであるとした⁽¹⁾。また、植田は発散的な思考様式である科学的発見をもたらす重要な源泉として類推があることを述べている⁽²⁾。しかしながら、峰らは類推的思考を利用するためには授業者が意図的にそれらを用いる場面を設定する学習支援が必要であることを指摘した⁽³⁾。物理現象を類推的思考によって理解するためには、前提として基準知識・目標知識がもつ挙動やパラメータ同士の関係を理解する必要がある。パラメータ同士の関係を理解するためには、教授されるよりもその関係性を発見的に理解するほうが望ましい。発見学習は観察、仮説生成、検証、修正のプロセスを行き来することで、知識を獲得する学習プロセスである。試行錯誤を通じて知識を獲得するため、より深く理解できるという利点をもつが、行き詰まりを生じて学習を終えることができない学習者も一定数いる。

以上のことをふまえ、本研究では発見学習をシステムによってガイドし、行き詰まりを防ぐ学習方法(本研究では準発見型学習と呼ぶ)により行き詰まりを軽減し、基準知識・目標知識間にある関係性を学ぶことができるシステムを構築する。

2. システムによる学習支援

2.1 学習の流れ

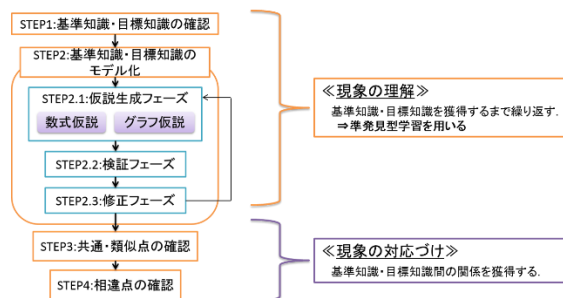


図1 学習の流れ

学習者は STEP1~STEP2 で基準知識、目標知識がもつパラメータ間の関係を表したグラフ(パラメータ間グラフ)や現象を表す式を発見的に獲得する。そして、STEP3~STEP4 によって基準知識・目標知識間にある共通・類似点と相違点を確認する。以下、構築したシステムのインターフェースやシステムが持つ機能をふまえ支援の流れを記す。

2.2 STEP2.1,STEP2.2について

構築したシステムのメインページを図2に示す。メインページでは各現象の挙動を表す映像、学習者が生成すべき仮説(グラフ仮説、数式仮説)の数、基準知識・目標知識間にある共通・類似点と相違点をまとめる表(概念対応表)を表示する。グラフ仮説とは現象がもつパラメータ間グラフに関する仮説であり、数式仮説は各現象を表す式に関する仮説である。

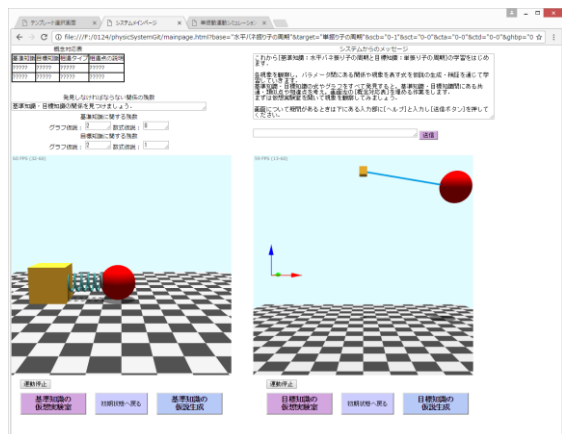


図 2 システムのメインページ

仮想実験室(図 3)では、現象がもつパラメータの変更や変更に応じた現象の再現が可能である。また、パラメータ間グラフを自動生成し提示する機能、各パラメータの値の提示や不可視な概念(例:速度)の可視化を行う機能を持つ。学習者は仮想実験室での観察を通じて、仮説を生成する。学習者が誤った数式仮説を生成すると、システムは学習者の生成した数式仮説と正しい式それぞれのグラフを生成し、学習者に見比べさせる。システムは仮説をもとにしたグラフと正しい式をもとにしたグラフの特徴を比較し、どのような違いがあるのかを学習者に提示することで生じうる行き詰まりを軽減する。学習者が基準知識・目標知識内にあるパラメータ間グラフと数式仮説をすべて獲得すると STEP3 へ遷移する。

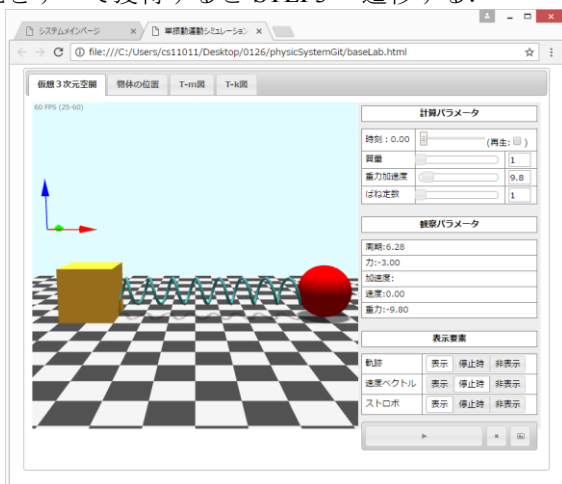


図 3 仮想実験室のインターフェース

2.3 STEP3,STEP4 について

基準知識・目標知識間の類似点は基準知識・目標知識内にあるパラメータ間グラフのなかから同じ形となるグラフを選択することで獲得する。すべての類似点を発見すると、STEP4 の相違点の確認に遷移する。ここでは、システムが提示する選択肢の中から適切だと思うものを選択し、システムは正誤の判定結果を学習者に返すことで相違点を確認する。

3. 評価実験

3.1 実験の概要

評価実験は高校物理を履修した情報系の大学生 3 名と大学院生 1 名を対象に実施した。実験ではまずグラフの自動描画機能を持たない仮想実験室 (physics) を用いた学習を行い、その後、本研究で構築したシステムによる学習を行う。各システム利用後に現象を表す式やパラメータ同士の関係を問うテストを実施し、両テストの結果を比較することで下記 3 つの実験仮説を評価する。

- (i) システムを用いることで行き詰まらず準発見型学習を終えられる。
- (ii) システムを用いると現象内のパラメータ同士の関係性を physics 使用時よりも理解できる。
- (iii) システムを用いると、現象間の類似点や相違点を physics 使用時よりも理解できる。

3.2 結果と考察

仮説 (i)

ポストテストでは全 6 問に対し空欄数が平均 1.6 減少していた。これはシステムを用いると physics 使用時には書けなかった式やパラメータの関係を(不正確な点があっても)行き詰らずに書くことができたことを示し、仮説(i)が支持された。

仮説(ii)

両テストを比較すると全 6 問に対し正解数が平均 2.1 増加していた。これは学習者の獲得した知識が正しいことを示し、仮説(ii)が支持された。

仮説(iii)

実施するテストでは類似点、相違点の問いが各 1 問ある。類似点の間における正解数を比較すると、ポストテストでは正解数が平均して 0.75 増加していたが、相違点の間における正解数は平均して 0.25 しか増加しなかった。以上のことから、システムを用いることが基準知識・目標知識間の類似点を獲得するために有効であることを確認できた。しかしながら、相違点を獲得するうえでの効果は確認できなかった。以上をふまえ、仮説(iii)は部分的に支持された。

4. むすび

本研究では高校物理を対象に準発見型学習支援システムを構築した。今後は、システムを用いて相違点を獲得するための枠組みを検討し、より多くの被験者に効果的な支援方法を提案する。

参考文献

- (1) 内ノ倉 真悟 “子どもの理科学習におけるアナロジーとメタファー: 科学的な概念の形成との関わりに着目して” 静岡大学教育学部研究報告. 教科教育学篇. 41, p. 91-106 (2010)
- (2) 植田一博 “科学的発見”, 日本認知科学学会編: 認知科学辞典, 共立出版, 120, (2002)
- (3) 峰 福太郎, 佐藤 寛之 “科学概念構築過程における類推的思考の活用に関する一考察: 小学校第 6 学年「水溶液の性質」と「電気の利用」の学習から” 佐賀大学教育実践研究 29, 81-90 (2013)