

生物のフィールドワーク型発見学習のための仮説の生成支援システム

Generalization Support System for Biological Hypothesis in Discovery Learning Based on Fieldwork Activity

和田 拓也^{*1}, 太田垣十也^{*2}, 小尻 智子^{*3}

Takuya WADA^{*1}, Toya OTAGAKI^{*2}, Tomoko KOJIRI^{*3}

^{*1}大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科

^{*1} Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

^{*2}東洋大学京北中学高等学校

^{*2} Keihoku Junior and High School, Toyo's Affiliated School

^{*3}関西大学システム理工学部

^{*3} Faculty of Engineering Science, Kansai University

Email: wada@ksm.kis.osakafu-u.ac.jp

あらまし：発見学習は観察、仮説の生成、検証を通じて、学習者が自身の観察結果に対して妥当な仮説を導出する学習方法である。しかし、仮説を生成するのみで検証を行わず、妥当な仮説を導出することができない学習者が存在する。本研究では、生物の種の特徴を発見するための発見学習を対象に、仮説の検証を促すシステムを構築し、その有効性を検証した。

キーワード：アクティブ・ラーニング、発見学習、生物、学習支援システム

1. はじめに

初等中等教育の自然科学の分野では、能動的な学習の一形態として、発見学習の試みがなされている。発見学習は、問題に対し、学習者が観察を通して解答を得ようとする学習活動である。解答を導出するためには、仮説の生成と検証を繰り返して観察した事実の中から矛盾のない「妥当な仮説」を導出する必要がある。しかし、仮説を立てるだけで十分な検証をせず、妥当な仮説に至らない学習者も存在する。観察から仮説の導出までの過程は暗黙的に行われることが多く、妥当な仮説の導出の支援はこれまであまりなされてこなかった。

発見学習の支援として、仮想学習環境の中での試行錯誤を支援する試みはある[1]。しかし、この手法は観察対象や対象に対する操作を制限した閉鎖的な空間を対象としており、現実世界での自由な発見学習には適さない。現実世界の発見学習の支援としては、あらかじめ定義したシナリオに基づいて学習者に観察すべき内容に結び付く質問を与えることで観察を促すものはある[2]。しかし、この手法では発見学習で導出すべき知識があらかじめ定義されている必要があり、問題に対して多様な解の発見を促すような発見学習には適さない。

本研究では、これまで暗黙的に行われてきた仮説の検証を陽に行わせることができれば、学習者自身で妥当な仮説の導出が可能となると考えた。そこで、生物における動物の特徴の発見を対象に、仮説に対して検証すべき内容を定義し、その活動を陽に行えるシステムを提案する。

2. 生物の発見学習支援の枠組み

2.1 対象とする仮説

本研究では、「キリンの長い首」や「アライグマの

洗う仕草」など、動物固有の体のつくりや行動（以下、動物の特徴）を仮説として発見する学習を対象とする。個々の動物に固有の特徴は、他の動物は保持していない。また、動物の体のつくりは、生存に有利な行動を可能とするように進化をしたものが多いことから、固有の体のつくりには固有の行動がペアで存在する。これらの条件を満たす妥当な仮説を立てるためには、導出した仮説に対して、他の動物にはないこと（条件1）、ペアとなる体のつくり／行動があること（条件2）を検証する必要がある。

2.2 仮説の生成支援システム

本研究では、学習者に自身が生成した仮説が条件1, 2を満たしているかを検証する活動を明示的に行わせるシステムを構築する。仮説の妥当性は、学習者が観察した内容に依存するため、明示的に検証させるには、観察内容が外化されている必要がある。その上で、外化したものが条件1, 2を満たすよう確認できればよい。そこで、本研究では観察結果を外化するためのインターフェースと、外化された内容に基づいて検証を明示的に行わせるインターフェースからなるシステムを構築する。

条件1を検証するためには他の動物の特徴と比較する必要がある。そこで、対象とする動物と他の動物の観察結果を並べて観察でき、観察結果の共通点／相違点を確認できるインターフェースを構築する。また、システムにより、共通点／相違点を指摘する機能も構築する。条件2を検証するためには、自身の観察した体のつくりと行動の間の相関を考えることができればよい。そこで、体のつくりと行動を比較し、相関があるもの同士でペアを作成することのできるインターフェースを用意する。

3. プロトタイプシステム

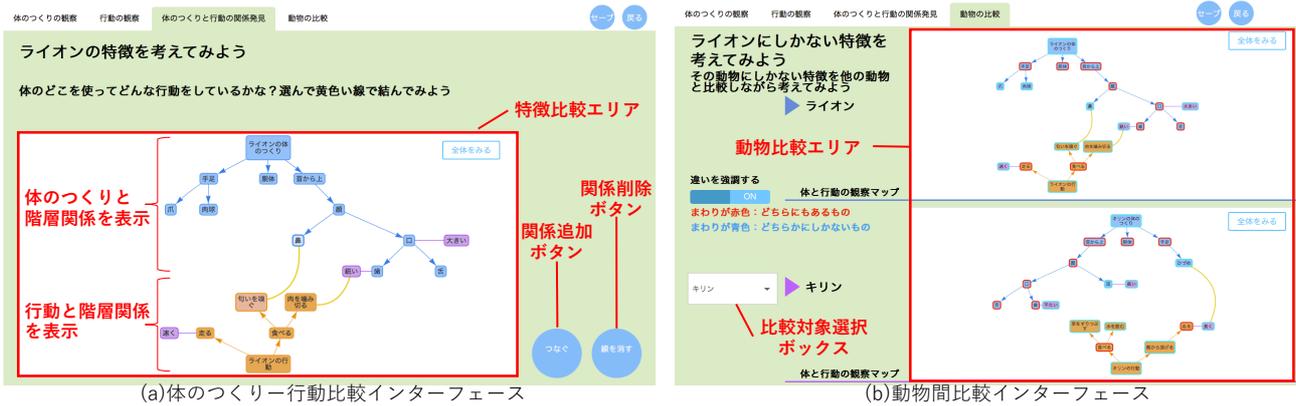


図1 システムのインターフェース

プロトタイプ・システムを構築した。本システムでは、観察インターフェース、体のつくりー行動比較インターフェース、動物間比較インターフェースで構成される。

観察インターフェースは、観察して気づいた体のつくりや行動を記録する画面である。体のつくりや行動には包含関係が存在するものがある。このインターフェースでは、観察した体のつくりや行動を、それらの包含関係とともに記録できる。また、体の形状や行動の様子についても、体のつくりや行動を修飾する語として付与できるようにした。

図1(a)に条件2を検証するために用いる、体のつくりー行動比較インターフェースを示す。体のつくりは特徴比較エリアの上半分に示す青色のノードで表現される。リンクは包含関係を表しており、画面の上が親で下が子の木構造で表現されている。一方、行動は特徴比較エリアの下半分に示すオレンジ色のノードで表現される。リンクは包含関係を表しており、下が親で上が子の木構造として描かれている。体のつくりや行動を修飾する語は紫色のノードで表現し、修飾されるノードとリンクで接続されている。これら全てのノードのうち、対応関係にある2つのノードを選択して関係追加ボタンを押すとノード間に対応関係を表す黄色のリンクが付与される。

図1(b)に条件1を検証するための動物間比較インターフェースを示す。動物比較エリアの上段と下段に2体の動物の体のつくりと行動、修飾語およびそれらの関係を表示することができる。比較対象選択ボックスで、比較する動物の選択が可能である。選択された2体の動物のノードは、共通点は赤色で、相違点は青色で縁取られる。これらの色の相違から、仮説としたノードの妥当性を検証できる。

4. 評価実験

提案システムが検証を促進できるかを評価するため、大学生の実験協力者13名を対象に実験を行なった。本実験ではライオンの固有の特徴の発見を課題とする発見学習を実施した。動物園等で観察する代わりに、ライオンに加え比較用の観察対象も含めた10匹の動物の動画(各1~2時間程度)を用意し、これらを見ることで各動物を観察してもらった。協

力者にはまず観察インターフェースを使用しながら動物を自由に観察してもらい、仮説を導出してもらった。その後、①体のつくりー行動比較インターフェースを使用して自身の仮説を検証して仮説を導出してもらった。最後に②動物間比較インターフェースを使用して自身の仮説を検証して仮説を導出してもらった。①と②では、動物は観察して良いとした。

協力者が仮説を検証した場合、自身の仮説に対して、「正しい/疑わしい/誤っている」のいずれかを判断することとなる。「正しい」と判断した場合は特に仮説に変化はないが、「疑わしい/誤っている」と判断した場合は、自身の仮説の棄却や、仮説の妥当性を確認することを理由とした観察が起こる。①、②において、協力者が自身の仮説を棄却する、もしくは仮説を検証する理由で観察する活動が見られた場合、検証を行ったとみなす。

1回以上検証した人数は①、②ともに4人であり、あまり多くはなかった。また、棄却された仮説も合計3つと少なかったが、これらの棄却された仮説は全て条件1または条件2を満たしておらず、固有の特徴でないものであった。このことは、提案システムが誤った仮説を正しく棄却することに一定の効果がある可能性を示唆している。一方、①で6人、②では8人の協力者が新たな仮説を生成していた。このことは、これらのインターフェースが新たな仮説が生成に作用した可能性を示唆している。インターフェースによる仮説の生成促進の効果については今後検証していきたい。

5. おわりに

本研究では、発見学習の仮説の妥当性の検証を促すための支援システムを構築した。評価実験の結果、本システムの一部の機能が仮説の検証促進に有効であることが示唆された。

参考文献

- (1) 高橋勇ら：”科学実験を題材としたマイクロワールド型今日しくシステムにおけるプランニングとプラン認識を利用したアドバイス生成”，人工知能学会論文誌, Vol. 16, No. 1, pp. 63-73 (2001)
- (2) 大杉隆文ら：”動物園における自発的な観察の促進を目的とした園内回遊行動のデザイン”，情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 11, pp. 1765-1775 (2017)