

リフレクションを喚起する表現変換の枠組み

— 誤りへの気づきを支援する誤りの可視化機能 —

4B-1-04

平嶋 宗
九州工業大学堀口知也
神戸商船大学

1. はじめに

人間を対象とした情報伝達においては、どのような表現形式を用いてその情報を提供するかによって、相手に伝わる意味が異なってくることもある。したがって、情報伝達の目的に応じて、表現形式を工夫することが求められることになる。特に、学習の支援を目的とした情報伝達においては、情報の受け手である学習者に対して十分な情報の解釈能力を求めることができない場合が多く、情報伝達に用いる表現形式を工夫する必要性は大きい。

筆者らは、学習者自身に自分の犯した誤りを気づかせるようにするための表現変換手法とその適応的な運用について研究を進めている[1]。本稿では、学習者自身に誤りを気づかせることで喚起しようとしているメタ認知活動の一つであるリフレクションについて述べ、リフレクションを喚起するための表現変換およびその適応的な運用のために考慮すべき要因について論じる。さらに、その実現事例の一つとして、Error-Based Simulation を説明する。

2. リフレクションの喚起

2.1 リフレクション

メタ認知とは、自分の認知過程そのものを対象とする認知活動であり、人間の学習において重要な役割を果たしていることが指摘されている。リフレクション (reflection, reflective thinking, 反省的思考) は、メタ認知活動の一つであり、自分の考え方や知識を点検し、必要に応じた再構成を行う活動であるとされている。本研究では、誤りを機会として、学習者が誤りに気づき、その気づきに基づいて自分の考えや知識を再構成するといった形でのリフレクションを対象として、そのリフレクションの喚起を補助する表現変換の実現を目指している。

筆者らは、リフレクションの喚起プロセスとして、図1のようなモデルを考えている。まず、ある環境が存在し、その環境についての知識を学習者が持っていることが前提となる。そして、(1) 認知モジュールにおいて何らかの推論が行われ、その結果が得られたとする。これをいわゆる実験としてみると、知識は「仮説」であり、結果は「予測」に相当する。この際、必

要があれば、環境に対する具体的な操作が行われることになる。次に、(2) 環境変化の観測が行われる。そして、(3) この観測結果を「予測」と照合し評価する。この評価において重大な食い違いが発生していると認識されたとき、メタ認知モジュールが起動され、認知モジュールで行われた推論やそこで使われた知識を再検討し、知識の再構成が行われることになる。

ここで、リフレクションを喚起する上で学習者にとって困難な作業は、(a) 予測すること、(b) 比較・評価することである。たとえば、発問の工夫は、「予測」の促進であり、ソクラテス式対話は、比較・評価の補助手段として位置付けることができる。本稿では、「比較・評価」の支援手法の一つである、「誤りの写像による誤りの可視化」について説明する。

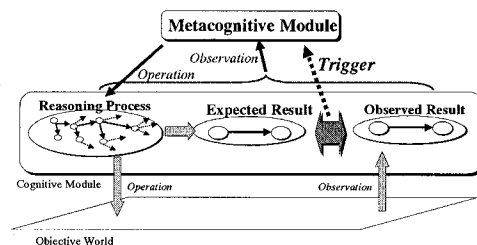


図1 リフレクションの喚起プロセス

2.2 誤りの可視化

誤りの写像による誤りの可視化の枠組みを図2に示した。論理的には、観測結果と予測結果にズレが生じていれば、自分の考え方や知識を再検討するのに十分であるが、現実には、(i)ズレを認識できない、あるいは(ii)その重要性を認識できない、といった理由でリフレクションが喚起されない場合が多いといえる。このようなリフレクションを喚起する上での障害を解消する一つの方法として、表現形式を変えて、そのズレが学習者にとっても認識しやすいものにする方法が考えられる。これを「誤りの写像による誤りの可視化」と呼んでいる。具体例としては、(i)力学の運動方程式の誤りを物体のおかしな振る舞いとして表現する[2]、(ii)多桁減算のバグをブロックモデルを用いて表現する[3]、(iii)英作文の誤りをおかしなアニメーションとして表現する[4]、などの研究を行っている。(i)については、次章でさらに説明する。

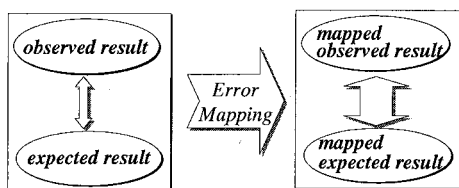


図2 誤りの写像による誤りの可視化

2.3 誤り可視化の適応的制御

リフレクションの喚起を目的とした誤りの可視化を適切に運用するためには、単にある表現上に誤りを写像するだけでなく、(A)可視性、(B)信頼性、(C)示唆性、の三つの要因を考慮する必要がある。これを図3に示す。可視性とは、写像されたズレが学習者にとって重大なものに見えるかどうかということである。しかしながら、誤りの写像を行っている場合には可視性があるだけでは不十分であり、そのようなズレが生み出されていることを学習者が信用してくれるかといった信頼性も考慮する必要がある。これら二つの要因が満たされれば、リフレクションは喚起されるとみなせる。さらに、リフレクションにおいて効果的に知識が再構成されるのを促進するためには、可視化されたズレと学習者の考え方や知識において修正すべきズレとの対応関係が明らかになっているかを考慮する必要がある。この要因を示唆性と呼んでいる。誤りの可視化によるリフレクションの喚起を適応的に制御するためには、これらの三つの要因を考慮した運用を考える必要がある。次章では、力学の運動方程式の誤りを対象として誤りの可視化を行うEBSと、その適応的制御について簡単に述べる。

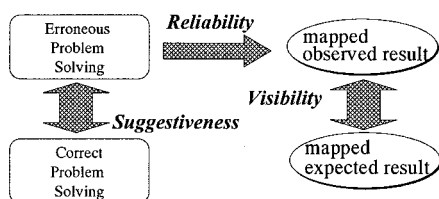


図3 誤り可視化の効果に関連する三つの要因：可視性、信頼性、示唆性

3. EBSとその適応的制御

EBSとは、誤った運動方程式からその誤りを反映したおかしな振る舞いを生成することにより、運動方程式の誤りを可視化し、学習者のリフレクションを喚起することを旨とした枠組みである。

EBSでは、生成される振る舞いの可視性を評価する

上で、まず、運動においてズレが可視化される基準を設定（誤り可視化基準）し、正しい振る舞いとEBSで作られた振る舞いとがその基準を満たすズレを含んでいるかどうかを定性推論を用いて診断している。また、誤りを含んだ振る舞いを生成する際には、方程式を変更しない範囲でパラメータ値の調整等を行うことを許している。このため、同じ誤った方程式に対して誤り可視性を持った複数の振る舞いを生成できることがある。この際には、信頼性を考慮した振る舞いの選択が行われることになる。信頼性は、振る舞いを生成する際に加えられるパラメータ調整などの操作についてのプリファレンスを予め用意しており、それを用いて判定している。この信頼性を用いることにより、状況に応じて、誤りの可視性は高いが信頼性の低い振る舞いよりも、誤りの可視性が多少低くても信頼性の高いものを利用する、といった制御が可能となる。

誤りの可視化をある程度の可視性と信頼性を伴って行うことができれば、リフレクションの喚起につながると考えられるが、この際、学習者がどのようにズレを認識しているかは、この可視性と信頼性だけでは測れない。そこで、可視化されたズレが何を学習者に対して示唆するかといった示唆性を考える必要が生じる。現在、物体の振る舞いの違いが、運動方程式を構成するどの要因の違いを示唆するかについてのモデルを構築中であり、このモデルに基づいて、ある可視化されたズレが何を示唆することになるのかを推定する機能を作成する予定である。

4. まとめ

本稿では、学習者の誤りからリフレクションを喚起するための誤りについての表現変換の枠組みについて述べた。この枠組みに基づいた具体的なシステムをいくつか作成中であり、表現変換の適応化とその実験的評価が今後の課題となっている。

参考文献

- [1]Hirashima, T., Horiguchi, T., Kashihara, A. and Toyoda, J.: Error-based simulation for error-visualization and its management, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol.9, pp.17-31(1998).
- [2]堀口知也, 平嶋宗: 誤りへの気づきを支援するシミュレーション環境, *教育システム情報学会誌*, Vol.18, No.3, pp.364-376(2001).
- [3]平嶋宗, 得能加奈, 竹内章: 多桁減算におけるバグの可視化の試み, *日本教育工学会雑誌*(採録決定).
- [4]Kumichika, H., T.Hirashima, A.Takeuchi: A Method of Support Learning English Composition by Animation, *Proc. of PYIWI02*(accepted).