

学習履歴のメタ認知に基づく学習支援

Support of learning based on meta cognitive activities on learning processes

三輪和久
Kazuhisa Miwa

名古屋大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University

1. はじめに

自分自身の認知的活動に対する認知は、メタ認知と呼ばれる。学習者を、メタ認知的活動に従事させることによって、学習のパフォーマンスが促進されることが多くの認知心理学的実験によって支持されてきている。

本研究では、メタ認知の1種と考えられる「自分自身の問題解決過程の履歴を自己省察する」という活動が、学習活動を促進することを示す3つの研究事例を紹介する。具体的には、(1)メタ認知を促進するための学習環境の実現例を示し、(2)その学習環境が学習者のメタ認知的活動をどのように促進するかを示し、(3)最終的にそれが学習のパフォーマンスにどのような影響を与えるのかを実験的に検証する。

本研究で紹介する3つの研究事例が対象とする学習領域、およびそこで扱う課題の性質は大きく異なっている。第1は「WWWの情報検索課題」である。この課題は、発見すべき解が一意に決定されているという点で、収束的問題解決の性質を持っている。第2は「科学的発見課題」である。学習者は計算機上に実現された仮想心理実験室の上で、仮説形成と実験を通じた仮説検証を通し、対象に対する科学的知見を明らかにすることが求められる。これは、発見される解が一意に決定せず、問題解決課題というより発見課題の性質を持つことから、前述の課題に比して、より発散的問題解決の性質を有するものである。さらに、第3の事例では「創造課題」を扱う。ここでは、学習者は、未来の公園の遊具を発案し、ロボット作成キットであるMindstormsを用いて、そのアイデアを実現することが求められる。この課題で求められる解は多様であり、典型的な発散的問題解決の性質を持っている。

このように、本研究では、探索、発見、創造という性質が大きく異なる3種の課題を用いて、メ

タ認知的活動が、それぞれの学習活動にどのような影響を与えるのかを実験的に検討する。

次に、学習者のメタ認知的活動を促進するための学習環境には、次の4つのタイプが存在するとされている。具体的には、(1)学習時における問題解決過程を提示する、(2)自分自身の問題解決過程に着目させる、(3)エキスパートの問題解決過程との比較をさせる、(4)他者との相互作用を通して複数の視点を持たせる、といった4つのタイプである。

本研究で支援される活動は、それぞれ異なっている。

第1例から第3例を通して、学習者には、自分自身の問題解決過程がフィードバックされ(タイプ1の支援)、それを自己参照することが求められる(タイプ2の支援)。一方、第2例では、さらに、提示される学習者自身の問題解決過程とエキスパートのそれとの差異が明らかにされ、その情報を参照しつつ学習が進められる(タイプ3の支援)。一方、第3例では、グループ活動を通じた他者との相互作用が導入され、多様な視点から学習者の問題解決過程が自己省察されることになる(タイプ4の支援)。

表1は、本研究で用いられる課題の性質と、そこで支援されるメタ認知的活動の関係をまとめたものである。

表1 実験課題の性質

| Task | Nature | Process Presentation | Process Facilitation | Expert modeling | Social discourse | |
|--------|------------|----------------------|----------------------|-----------------|------------------|---|
| Case 1 | Search | Convergent | O | O | X | X |
| Case 2 | Discovery | Mediam | O | O | O | X |
| Case 3 | Creativity | Divergent | O | O | X | O |

2. 探索課題の例

事例1では、「WWW上の情報探索の学習支援を行なうシステム」を実現した。ここでは、学習者

の問題解決過程は、著者らが発案した探索行動記述スキーマに基づいて記述される。学習者は、自分自身の探索プロセスを自己省察しながら探索活動を進める（齋藤・三輪, in press）。さらに、システムは、定期的に、学習者に対してフィードバックされた自分自身の探索過程を自己省察させるためのプロンプトを提示する。

事例 1 では、まず「自分自身の問題解決過程をフィードバックすることによって、メタ認知活動が促進されるのだろうか」という点について検討する。

図 1 は、上記の学習支援を行った群（被験者 5 名）と、支援を行わなかった群（被験者 4 名）において、課題遂行中の全発話数の平均、その内でプランニング、モニタリングに関連する発話数の平均を示したものである。さらに、課題終了後に自分自身の問題解決過程に関する説明を求めた際の、自己説明に関する発話数の平均を示している。

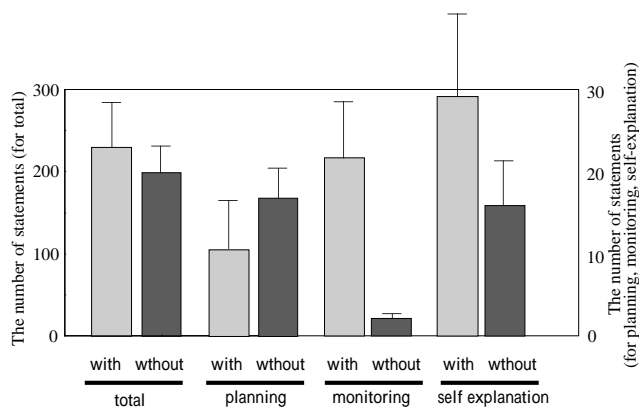


図 1 支援群・非支援群の発話数（探索課題）

図 1 より、本システムを用いた支援を行うことにより、学習者自身の探索プロセスのモニタリングが促進され、その結果、自分自身の学習プロセスに関する自己説明量が増えたことがわかる。以上は、本課題において、自分自身の問題解決過程をフィードバックすることによりメタ認知的活動が促進されたことを支持するものである。

3. 発見課題の例

事例 2 では、発見の心理学で伝統的に用いられてきた実験課題である Wason の 2-4-6 課題を解決する認知シミュレータを実装した「仮想心理実験室」を実現した（中池・三輪, 2002）。本システムは、学習者の実験プロセスを、著者らが提案した探索的実験プロセス記述スキーマに基づいて学習者にフィードバックする。本スキーマでは、組

織化された一連の実験は、いくつかの実験セットのブロック（チャンク）とみなされる。

ここでは、「自分自身の問題解決行動のフィードバックが、学習のパフォーマンスを改善するのだろうか」という点を検討する。

事例 2 では、学習者は、次の 3 つの群に分けられた。本スキーマの教示を行わず仮想心理実験室における実験を行った群（UU 群）、本スキーマの教示だけを行った後に仮想心理実験室における実験課題に取り組んだ群（BU 群）、教示に加えて仮想心理実験室で本スキーマに基づく実験プロセスのフィードバックを行った群（BB 群）である。図 2 は、実験参加前後に行われたプレテスト、ポストテストの成績を比較したものである。図 2 の縦軸は、最低 1 つのブロック（チャンク）を構成した学習者の割合を示している。この割合が大きいほど、組織化された実験を実施した学習者の割合が大きかったことを意味する。

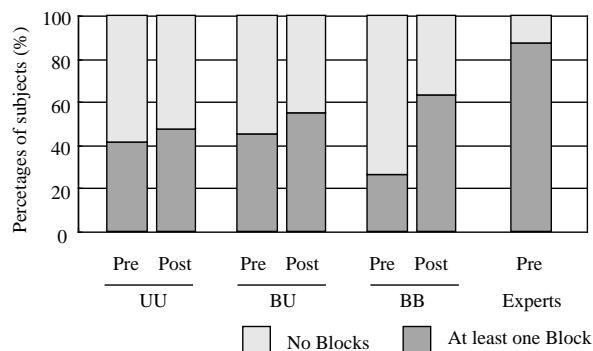


図 2 プレ・ポストテストの比較（発見課題）

図 2 より、教示に加えて、実際に学習過程において、問題解決過程のフィードバックを受けた学習者群だけが、プレテストからポストテストにおいて成績が大きく改善されたことを示している。以上は、実際に問題解決過程の自己参照を行うことによって、学習プロセスが改善されることを支持している。

4. 創造課題の例

事例 3 では、創造活動を体験する授業実践を半期にわたって実施した。そこでは、教材として Mindstorms を用いた（Ishii and Miwa, 2002）。ここで取り上げられた課題は、ブロックにモーターやギアを組み合わせ、それらをプログラムによって制御することによって、動作を伴うプロダクトを生成するものである。学習者は、授業の導入としての基礎的課題に取り組んだ後、「未来の公園の遊具を実現する」という本課題に取り組んだ。

課題は、3 4 名からなるグループ単位で取り組まれた。4 コマの授業を通しての創造活動を行った後、学習者は、その創造過程を図示したダイアグラムをフィードバックされる。学習者は、そのダイアグラムに基づくグループ内でのディスカッションを通して、自分自身の創造プロセスを自己省察する。

ここでは、「このような自分自身の問題解決課題を自己省察する活動が、問題解決過程自体に関する理解を改善するのであるか」という点を検討する。

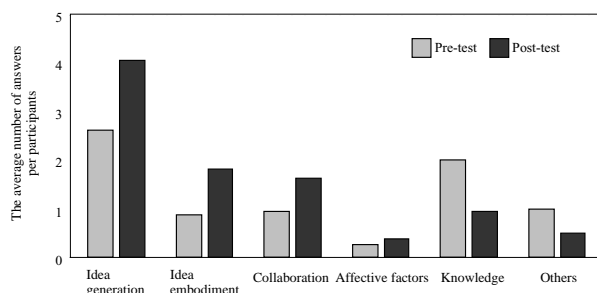


図3 プレ・ポストテストの比較（創造課題）

図3は、授業実践の前後に行われたプレテスト、ポストテストの結果を示したものである。それぞれのテストでは、創造的活動において重要であると思われる項目を列挙させた。縦軸は、回答された項目をいくつかのカテゴリーに分類し、そのカテゴリーごとの回答項目数の平均を示したものである。図3より、特にアイデアの生成、具体化、協同といった問題解決のプロセスに関わる回答数が増加したことが、逆に知識という観点に関しては回答数が減少したことを示している。これらは、「自分自身の問題解決過程を自己省察させることによって、その問題解決過程自身に関する理解が改善されること」を示唆するものである。

参考文献

齋藤ひとみ・三輪和久 in press 問題解決活動としての WWW 情報探索: 科学的発見の枠組みに基づく検討, 認知科学

中池竜一・三輪和久 (2002). 探索的実験行動を記述する仮想心理実験室の構築. 人工知能学会論文誌, 17, 490-499.

Ishii, N. & Miwa, K. (2002). Interactive Processes between Mental and External Operations in Creative Activity: A Comparison of Experts' and Novices' Performance. Proceedings of the Fourth Creativity & Cognition Conference. 178-185.