

メタ認知を活用した小学生のペアプログラミング学習支援システムの提案

Proposal of a pair programming learning support system for elementary school students using metacognition

真嘉比 浩乃, 太田 光一, 谷 文, 長谷川 忍

Hirono Makabi, Koichi Ota, Wen Gu, Shinobu Hasegawa

北陸先端科学技術大学院大学

Japan Advanced Institute of Science and Technology

Email: s2310151@jaist.ac.jp

あらまし：ペアプログラミング学習とは、児童が二人一組で同じ問題に取り組む学習形態を指す。小学生のプログラミング教育において、ペアプログラミング学習中に発生する躓き特定・質問などの行動は児童のメタ認知スキルを向上させ、高い学習効果が期待される。しかし、メタ認知スキルが未発達な小学生では学習中に期待される行動が上手く行われぬ恐れがある。本研究では、その問題を解決するための学習支援システムの導入を提案する。

キーワード：ペアプログラミング学習, メタ認知, 小学生, 学習支援システム

1. はじめに

1.1 ペアプログラミング学習の効果

小学校では 2020 年度からプログラミング教育が導入された。本研究では、学習形態の 1 つであるペアプログラミング学習に注目する。ペアプログラミングとは二人一組のペアがドライバーとナビゲーターに分かれ、役割を交代しながら協働的にプログラミングを行う学習形態である。ドライバーはコンピュータへの入力や設計の書き下ろしを行う役割を、ナビゲーターはドライバーの作業を監視しながら戦術的・戦略的な欠陥を探す役割をもつ⁽¹⁾。

ペアプログラミング学習はメタ認知スキルの向上に効果があることが示唆されている。メタ認知スキルとは、問題に対する自身の認知状況と問題解決に必要な知識・戦略を理解し、問題解決に向けて自己調整を行うスキルを指す⁽²⁾。ペアプログラミング学習では、ナビゲーターが自身の認知状況を説明する過程や、ドライバーが相手の説明と自身の認知状況を比較する過程を通して、自身の認知状況を整理することができる⁽³⁾⁽⁴⁾。

更に今回は、問題に行き詰った際のペア同士の話し合い活動にも注目する。自身の考えを相手に理解してもらうには、相手の認知状況に適した説明を行わねばならない。児童は相手と自身の認知状況の違いを推測し、話すべき情報を取捨選択する過程を通して、より効果的にメタ認知スキルを向上することが期待される⁽⁴⁾。また、行き詰った原因を特定するために学習した内容を振り返る行為は、自身の認知状況と問題解決に必要な知識・戦略とのずれを発見し、認知状況を修正するきっかけにもなる。

1.2 小学生の話し合い活動の課題

ペアプログラミング学習において、問題解決のための話し合い活動は重要である。しかし、小学校の

多くの現場では児童の話し合い(質問)活動が活発に行われておらず、児童の多くはそもそも質問を思いついていないから質問をしないことが明らかとなっている⁽⁵⁾。

生野らは質問に至るまでの認知プロセスについて、疑問感の生起・質問生成・質問の表出の 3 段階で表現できることを示している⁽⁶⁾。これは、児童のメタ認知スキルが未発達であり、「問題に正解できないことへの驚き・困惑」といった疑問感の生起を、それ以降のプロセスに繋がられていない可能性を示唆している。そこで児童の話し合い活動を活発に行わせるには、話し合い活動のきっかけとなる疑問感の生起を以降のプロセスに繋げる支援を行う必要があると考えられる。

2. 研究目的

本研究では、小学生のペアプログラミングにおいて話し合い活動の支援を行う学習支援システムの導入を提案する。そして、提案システムが話し合い活動の増加・質の向上を促し、メタ認知スキルの発達に寄与できるかを検討する。

3. 提案する学習支援システム

提案する学習支援システムの概要を図 1 に示す。本システムはペアプログラミング学習中での使用を想定している。児童には問題の提供・学習状況の可視化・質問の提供機能を、教員には学習状況閲覧機能を提供する。

3.1 問題の提供機能

問題の提供機能は、ペアにプログラミングの問題を提供する機能である。プログラミング言語には、ブロック状のパーツを組み合わせてプログラムを表現できる Scratch を採用する。小学生は学年ごとに発達段階が大きく異なるため、各児童に適した問題の

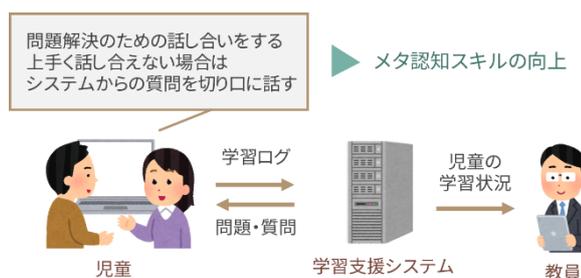


図 1 システムが話し合いを支援する仕組み

提供が必要である。そこでプログラミングの問題を順次・分岐・反復の3つの要素で構成されていると捉え、各々の要素の組み合わせに応じて問題にレベルリングを行い、児童の解答状況に適したレベルの問題を出すこととする。

3.2 学習状況の可視化機能

学習状況の可視化機能は、ペアの学習状況を推定して児童に提示する機能である。

ペアプログラミング学習では会話の長さ・頻度によって学習に躓いているかどうかを推定することができる⁽⁷⁾。そこで音声認識システムを導入して話者認識を行うことで、一方的な発言や会話量の少なさを検知する。これら会話の情報と、学習ログ(解答率・解答にかかる時間・特定パターンでの間違いなど)を基に、ペアの学習状況を推定する。

学習状況はシステムの画面に表示することで、児童が学習中に閲覧できるようにする。「時間がかかりすぎていないか?」「何度も同じところで間違えていないか?」など、自身の認知状況とのずれを簡単に比較できる環境を用意することで、児童が自発的にメタ認知スキルを活用したり、疑問感を生起させたりすることを促す。また、問題を解くごとに得点が加算されるゲーミフィケーションの仕組みを採用し、学習状況が良いほど高い得点が得られる仕組みを導入することで、学習状況をよくするためのモチベーション向上を促す⁽⁸⁾。

3.3 質問の提供機能

学習状況を推定し、ペアが問題や会話に躓いていると判断した場合は、ペアへ会話のきっかけとなる質問を行う。質問の種類については、Kingの質問語幹リスト法をペアプログラミング学習用に改変したものを採用する⁽⁹⁾。「間違っている原因はどこだと思う?」「使っているブロックの意味は知っている?」など自己発問や相手の理解状況推定を促す質問をすることで、児童がメタ認知スキルを使うようにしたり、質問の仕方を学習させたりする。

3.4 学習状況閲覧機能

ペアプログラミング学習中、教員は学習が上手くいっていないペアをサポートする必要があると考えられる。そこで各ペアの学習状況をシステム上閲覧

できるようにする。これにより、教員はサポートが必要なペアを素早く見つけ出すことができる。

3.5 デザイン面での工夫

児童がより学習に集中できるよう、システムにデザイン面でも工夫を加える。まず、質問の提供のみならず、児童が活発に話し合いをしたり問題に正解したりしたら褒めるようなエージェントを導入することで、学習者の注意を引き付ける⁽⁹⁾。また、問題を解くことで敵を倒すといった目標を設定することで、生徒のモチベーション向上を促す⁽⁸⁾。

4. 今後の予定

本研究で提案したシステムを実際に開発する。そして小学生・教員を対象に、システムを使ったペアプログラミング学習を実際に行ってもらい、学習終了後は学習ログ・会話の音声データ・児童と教員からのアンケートを基にシステムの評価を行う。

学習状況の可視化機能・質問の提供機能を利用する場合と利用しない場合で比較実験し結果を比較することで、システムの各機能がきちんと目的を達成できているかについて分析を行う。

参考文献

- (1) 中山舞祐, 森本康彦, ペアプログラミングを取り入れた小学校プログラミング教育の実施方法の提案と評価, 日本教育工学会論文誌, 2020, 44 巻, Suppl.号, p.149-152
- (2) 三宮真知子(2018), メタ認知で<学ぶ力>を高める, 北大路書房
- (3) Chalmers, C., & Nason, R. (2003). Developing Primary Students' Group Metacognitive Processes in a Computer Supported Collaborative Learning Environment.
- (4) 柏崎秀子, 21世紀型能力に向けた「他者に伝える意識」を持つ意義 - 読解と作文の融合研究のこれから -, 実践女子大学生生活科学部紀要, 2016, 53 巻, p.85-94
- (5) 生田淳一, 丸野 俊一, 小学生は授業中に質問を思いついているのか: 疑い知ろうとする気持ちの生起と教師に対する質問生成・表出との関連, 九州大学心理学研究, 2004, 5 巻, p.9-18
- (6) 生田淳一, 丸野俊一, 質問作りを中心にした指導による児童の授業中の質問生成活動の変化, 日本教育工学会論文誌, 2005, 29 巻, 4 号, p. 577-586
- (7) 平井佑樹, 井上智雄, ペアプログラミング学習における状態の推定——つまずきの解決の成功と失敗に見られる会話の違い, 情報処理学会論文誌, 2012, 53 巻, 1 号, p.72-80
- (8) 長谷川忍, 認知的スキル楽手支援におけるゲーミフィケーションの役割, 教育システム情報学会誌, 2019, 36 巻, 1 号, p.9-16
- (9) King, Alison. "Facilitating Elaborative Learning Through Guided Student-Generated Questioning." Educational Psychologist 27 (1992): 111-126.
- (10) 林勇吾, Dual-Channel Model に基づく対話エージェントを利用した協同による説明活動の促進方法, 弟子情報通信学会論文誌, 2014, 97 巻, 1 号, p.17-27